

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR



DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE JUEGOS EN
SUPERFICIES MULTITÁCTILES PARA
FAVORECER LA INTERACCIÓN SOCIAL Y LA
INTEGRACIÓN DE NIÑOS CON
DIFICULTADES EN ESTOS ASPECTOS

Julia Llanos Alonso.
Tutor: Rosa María Carro Salas

-TRABAJO FIN DE GRADO-

Departamento de Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid
Julio 2014

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE JUEGOS EN
SUPERFICIES MULTITÁCTILES PARA
FAVORECER LA INTERACCIÓN SOCIAL Y LA
INTEGRACIÓN DE NIÑOS CON
DIFICULTADES EN ESTOS ASPECTOS**

Julia Llanos Alonso
Tutor: Rosa María Carro Salas

Departamento de Ingeniería Informática
Escuela Politécnica Superior
Universidad Autónoma de Madrid
Julio 2014

Resumen

La educación es un pilar fundamental para el desarrollo de las personas. Existen ciertas habilidades que se desarrollan principalmente mediante la realización de actividades en grupo, como las habilidades adaptativas. Este tipo de aprendizaje se denomina aprendizaje colaborativo (AC), y las actividades planteadas suelen ser de tipo lúdico cuando están orientadas al colectivo infantil.

Resulta esencial proporcionar los medios adecuados tanto para facilitar la adquisición de dichas habilidades, como para obtener información sobre la evolución de los usuarios para su posterior análisis por parte de los educadores. La tecnología, y en concreto las superficies multicontacto, muestran un gran potencial para ofrecer soluciones informáticas ante estas necesidades, presentándose como atractivas para los más jóvenes y permitiendo llevar a cabo la colaboración de forma natural.

El objetivo de este proyecto es, en primer lugar, diseñar y desarrollar un sistema interactivo capaz de dar soporte a la realización de actividades lúdicas colaborativas a través de una mesa multicontacto. En segundo lugar, durante la interacción de los usuarios con la mesa, el sistema capturará automáticamente toda la información sobre estas interacciones para facilitar su posterior análisis.

Este documento recoge el proceso llevado a cabo para la consecución de estos objetivos. En él se detallan las distintas actividades realizadas, comenzando por el análisis de usuarios, de juegos, de requisitos y de tecnologías. Se presentan y explican las actividades de diseño llevadas a cabo (de lógica, de interacción y de interfaz), así como las de elaboración de prototipos e implementación del sistema. Se concluye el documento con una exhaustiva fase de pruebas que abarca desde las pruebas unitarias hasta pruebas de funcionamiento en un entorno real con usuarios reales.

Se puede concluir que se ha desarrollado un sistema que ha alcanzado los objetivos propuestos. Se ha logrado un sistema atractivo para los usuarios más jóvenes, y con las capacidades de almacenamiento y gestión requeridas por los expertos. Cabe destacar que a la conclusión de este proyecto, se deja tras de sí un sistema completo, general y modular que facilita la creación de nuevos juegos y permite una sencilla integración de aplicaciones diversas dentro de la mesa multicontacto en el futuro.

Palabras clave: Dispositivos multicontacto, entrenamiento, usuarios finales, expertos, adaptación, aprendizaje colaborativo, juegos, habilidades adaptativas/sociales, desarrollo centrado en el usuario, sistema adaptativo.

Abstract

Education is a fundamental pillar on the human being development. There are some abilities like the adaptative abilities that can only be developed by participating in group activities. This kind of learning is called collaborative learning (CL), and the activities are usually ludic when children are the target.

It is essential to provide adequate means for the acquiring of those abilities, and for obtaining information about the evolution of the users for a later analysis. Technology, and in particular, multitouch surfaces, are showing a great potential of solving those necessities, and are presenting itself as an attractive device for young people and allowing collaboration in a natural way.

The objectives of this project are, first, designing and developing an interactive system able to handle ludic-collaborative activities on the multitouch table. Second, during the interactions of the users on the table, the system has to automatically collect all the information about those interactions for a later analysis.

This document presents the whole process carried out to achieve these objectives. In the document, users' analysis stages, activities, requirements and technologies are detailed. Design phases (logic, interaction and interface) as well as prototypes development and system implementation are also shown and explained. The document is concluded with an exhaustive tests stage including from unitary tests until tests with real users.

It is fair to conclude that the system fulfills the objectives derived as motivation's answer. An attractive system for the users has been developed, with the storage and management capacities required by the experts. It is worth to emphasize that this project presents a complete and modular system for an easy integration of new applications in the multitouch table for future projects.

Keywords: Dispositivos multicontacto, entrenamiento, usuarios finales, expertos, adaptación, aprendizaje colaborativo, juegos, habilidades adaptativas / sociales, desarrollo centrado en el usuario, sistema adaptativo.

Agradecimientos

Me gustaría aprovechar este espacio para dedicarles unas palabras a todas aquellas personas que aun sin saberlo, han hecho este trabajo posible.

En primer lugar me gustaría agradecer a mi tutora, Rosa M^a Carro Salas, su apoyo e ilusión a lo largo de este trabajo, pero sobre todo, dar las gracias por la oportunidad que me ha dado de llevar a cabo este proyecto a su lado.

No me gustaría olvidarme de C.E.I.P. Príncipe de Asturias, desde la directora hasta los alumnos, pasando por los educadores y padres, los cuales con su colaboración y apoyo son parte responsable de la consecución con éxito de este proyecto.

De igual manera, dedicar estas líneas a agradecer al profesor Manuel García-Herranz Del Olmo, el cual ha puesto a disposición mía y de este proyecto su tiempo y sus recursos.

Por otra parte, quería agradecer a todos mis compañeros de Eleven Paths su ayuda, al igual que todos los conocimientos que he adquirido gracias a ellos.

Querría dedicar también unas líneas a mi grupo de amigas y compañeras de la universidad Rocío, Cris, Lara y Suna, ya que cada día de estos cinco años han tenido la suficiente paciencia como para seguir aguantándome.

Por supuesto agradecer también a mis amigos y familiares la parte que les corresponde. Porque ellos son parte de mí y me han ayudado a llegar hasta aquí.

Sin embargo, hay cuatro personas que son completamente responsables de quien soy y hasta dónde he llegado:

Quiero agradecer a mis padres y a mi hermano todo lo que son para mí. Cada día de mi vida han estado a mi lado apoyándome y ayudándome a luchar por todo lo que merece la pena. Ellos me han enseñado lo que es ser una verdadera familia.

Y la cuarta persona tan especial para mí es mi novio Pencho. Todos los días desde que le conocí me ha demostrado que es mucho mejor de lo que nunca podría haber soñado. Por hacer de mí quien soy y por ayudarme tanto a llegar hasta aquí, muchísimas gracias.

Y por último, a todos los demás que, quieran o no, han participado en mi camino hasta este momento, gracias de todo corazón.

Índice general

Resumen	v
Abstract	vii
Agradecimientos	ix
1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Estructura de la memoria	3
2. Desarrollo de la propuesta	5
2.1. Análisis	5
2.1.1. Enfoque y evolución temporal del sistema	6
2.1.2. Análisis de usuarios	7
2.1.3. Análisis de técnicas de aprendizaje colaborativo y tareas	10
2.1.4. Análisis de requisitos	14
2.1.5. Análisis de tecnologías	19
2.2. Diseño	24
2.2.1. Lógica del sistema	24
2.2.2. Diseño de la interacción	34
2.2.3. Diseño de la interfaz	36
2.3. Prototipos	37
2.4. Implementación	39
2.5. Conclusiones	41
3. Evaluación de la propuesta	43
3.1. Pruebas	43
3.1.1. Pruebas unitarias	43
3.1.2. Pruebas de integración	44
3.1.3. Pruebas del sistema	44
3.1.4. Pruebas de validación	44
3.2. Pruebas con usuarios reales	45
3.2.1. Pruebas de ajuste	45
3.2.2. Pruebas de funcionamiento real	45

3.2.3. Encuestas de satisfacción	57
4. Conclusiones y trabajo futuro	59
4.1. Conclusiones	59
4.2. Trabajo futuro	61
Bibliografía	62
A. Actas de reunión	65
A.1. Reunión 1	66
A.2. Reunión 2	69
A.3. Reunión 3	71
A.4. Reunión 4	73
B. Modalidades para el juego de los gustos	75
C. Ejemplos visuales de interacción e interfaz	79
D. Encuesta sobre el prototipo	85
E. Plan de pruebas con usuarios reales	87
F. Encuestas de satisfacción	89

Índice de figuras

2.1.	Diagrama estructural de la arquitectura del sistema. <i>Fuente:</i> Propia. . .	28
2.2.	Diagrama entidad-relación del sistema. <i>Fuente:</i> Propia.	29
2.3.	Diagrama entidad-relación del sistema. <i>Fuente:</i> Propia.	30
2.4.	Diagrama de la base de datos. <i>Fuente:</i> Propia.	32
2.5.	Diagrama de flujo de la interacción de los elementos. <i>Fuente:</i> Propia. .	35
2.6.	Prototipo de baja fidelidad. <i>Fuente:</i> Propia.	37
2.7.	Prototipo de alta fidelidad. <i>Fuente:</i> Propia.	38
2.8.	Estructura de los paquetes del programa. <i>Fuente:</i> Propia.	40
3.1.	Gráfica de los tiempos empleados por los usuarios del grupo 3 en la resolución de tres partidas consecutivas. <i>Fuente:</i> Propia.	49
3.2.	Gráfica de los tiempos empleados por los usuarios del grupo 4 en la resolución de tres partidas consecutivas. <i>Fuente:</i> Propia.	49
3.3.	Movimientos totales de cada usuario del grupo 3 en cada partida. Desglose de éstos en colores y numérico según los criterios de evaluación del movimiento. <i>Fuente:</i> Propia.	51
3.4.	Movimientos totales de cada usuario del grupo 4 en cada partida. Desglose de éstos en colores y numérico según los criterios de evaluación del movimiento. <i>Fuente:</i> Propia.	51
3.5.	Grafo de la primera partida del grupo 3. Número de movimientos de piezas entre usuarios. Usuarios de mayor afinidad a cada uno resaltados en rojo. <i>Fuente:</i> Propia.	52
3.6.	Gráfico de Kiviat de la puntuación de los dos usuarios respecto a los citados aspectos. Mayor área usuario con mejores aptitudes. <i>Fuente:</i> Propia.	53
3.7.	Explicación del juego a los usuarios. <i>Fuente:</i> Propia.	56
3.8.	Interacción de los usuarios finales con el juego. <i>Fuente:</i> Propia.	56
3.9.	Imagen de la resolución de algunos de los cuadrados de la partida. <i>Fuente:</i> Propia.	57
3.10.	Aspecto de la mesa al concluir con éxito la resolución de los cuatro cuadrados. <i>Fuente:</i> Propia.	57
C.1.	Pantalla de opciones. <i>Fuente:</i> Propia.	79
C.2.	Pulsación en un jugador. <i>Fuente:</i> Propia.	80
C.3.	Selección de jugadores. <i>Fuente:</i> Propia.	81

C.4. Comienzo de una nueva partida. <i>Fuente</i> : Propia.	82
C.5. Muestra de una estrella al finalizar un cuadrado. <i>Fuente</i> : Propia. . . .	83
C.6. Muestra de las caras sonrientes al finalizar partida. <i>Fuente</i> : Propia. . .	84
E.1. Plan de evaluación de la partida. <i>Fuente</i> : Propia.	88
F.1. Comienzo de la partida. <i>Fuente</i> : Propia.	89
F.2. Fin de cuadrados. <i>Fuente</i> : Propia.	90
F.3. Fin de la partida. <i>Fuente</i> : Propia.	90

Índice de tablas

2.1.	Confección ideal de los grupos. <i>Fuente:</i> Propia.	9
2.2.	Categorización de juegos según [1]. De izquierda a derecha: Categorías por objetivo y definición de la categoría. <i>Fuente:</i> [1].	12
2.3.	Evaluación de los juegos respecto de las características de la Subsección 2.1.3.1, donde + significa verdadero y - significa falso. <i>Fuente:</i> Propia.	13
2.4.	Comparativa de dispositivos frente a los requisitos de <i>hardware</i> . A mayor puntuación mejor comportamiento en esa propiedad. <i>Fuente:</i> Propia.	20
2.5.	Tabla comparativa de bases de datos en función de los criterios preseleccionados. <i>Fuente:</i> Propia.	23
2.6.	Tabla de adaptación del nivel de la partida en función de los datos obtenidos. <i>Fuente:</i> Propia.	34
3.1.	Tabla de planificación de grupos. GX: número de grupo, (Xº): curso de los alumnos. <i>Fuente:</i> Propia.	46

Capítulo 1

Introducción

1.1. Motivación

La educación se concibe en la actualidad como un pilar fundamental en el desarrollo de todos y cada uno de los miembros de la sociedad [2]. Si bien el acceso a la misma es casi universal¹, el aprovechamiento de ésta se ve en ocasiones limitado por las destrezas y condiciones de cada individuo. De igual manera, también se ve limitado por las condiciones y características de los medios puestos a disposición del aprendizaje.

Dentro de la educación existen ciertas habilidades o capacidades que se desarrollan mediante la participación en actividades grupales o de equipo, y que no pueden ser fácilmente adquiridas por otros medios. A esta forma de aprendizaje se le denomina aprendizaje colaborativo (AC) [3, 4], (véase la Subsección 2.1.3 para una definición más detallada). Una de las limitaciones que pueden sufrir los individuos de una sociedad son las relacionadas con las habilidades adaptativas [5, 6]. La educación, y más concretamente el AC, es responsable directo del desarrollo y mejoría de muchas de estas habilidades [7], como la comunicación, las habilidades sociales o la capacidad de integración en una comunidad.

Es importante que estas habilidades se desarrollen desde la infancia. Para ello, en los colegios se suele recurrir, exitosamente, a técnicas de AC como actividades físicas, juegos de mesa o talleres en grupo [8]. También se está explorando el uso de las nuevas tecnologías para promover este tipo de aprendizaje [9, 10], planteando actividades a realizar en grupo a través de ordenadores y, más recientemente, *tablets*. Estos medios suelen resultar muy atractivos para los niños, que muestran un mayor interés en realizar las actividades, lo cual puede redundar en un mayor aprovechamiento de las

¹<http://www.mecd.gob.es/dms/mecd/servicios-al-ciudadano-mecd/estadisticas/educacion/indicadores-publicaciones-sintesis/cifras-educacion-espana/2014/C1p.pdf>

mismas. Sin embargo, todavía queda mucho camino por recorrer en el uso de las nuevas tecnologías en el aula para fomentar el aprendizaje de las habilidades de socialización e integración.

En el contexto de la enseñanza en infantil y primaria, no existen soluciones orientadas a facilitar a los profesores la tarea de supervisar el desarrollo de este tipo de actividades. Para poder evaluar la progresión de cada alumno en este tipo de tareas, los profesores necesitan anotar gran cantidad de datos de cada uno de ellos, lo cual requiere grandes esfuerzos, necesidades de personal de refuerzo, que habitualmente no se pueden satisfacer, y en ocasiones, dependiendo de la actividad, ni aun contando con todos los medios resulta realizable. Por ello, en este trabajo también se pretende proporcionar a los educadores, también llamados usuarios expertos a lo largo de esta memoria, un medio para almacenar los datos del comportamiento de los usuarios mientras realizan actividades de AC, para su posterior estudio y extracción de conclusiones. Al proponerse la realización de estas actividades a través de dispositivos electrónicos, es posible automatizar la recogida de una gran parte de los datos.

Cabe mencionar que en el caso de que los usuarios presenten limitaciones en alguna habilidad adaptativa, estas limitaciones se harán aún más relevantes. En primer lugar, las necesidades de aprovechar al máximo las actividades de AC son mayores en estos usuarios, por lo que suscitar en ellos el interés en las actividades planteadas se considera de vital importancia. Por otra parte, estos usuarios requieren mayor atención por parte de los supervisores y analizar su evolución requiere de mayores recursos, por lo que las técnicas de obtención de datos automáticas pueden facilitar esta tarea de manera notable en estos casos.

En resumen, el contexto en el que se enmarca este proyecto es el de la educación o entrenamiento de habilidades adaptativas desde la infancia a través de actividades colaborativas aprovechando las ventajas ofrecidas por los dispositivos electrónicos actuales.

1.2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es diseñar e implementar un sistema que mediante el uso de la tecnología de dispositivos multitáctiles dé soporte a la realización de actividades lúdicas colaborativas o similares técnicas de AC. Además, se pretende dar soporte a los educadores, facilitándoles la recogida de información sobre las acciones e interacciones entre los niños para poder obtener conclusiones sobre los resultados

de dichas interacciones en términos de adquisición de habilidades adaptativas².

Para ello, se elaborará un sistema completo, desde el análisis de los juegos y tecnologías hasta la realización de las evaluaciones con usuarios reales, pasando por el análisis de usuarios, tareas y requisitos del software, el diseño, la elaboración de prototipos y la implementación.

Para abordar este objetivo, se enfocará el trabajo desde una serie de objetivos parciales que se supone permitirán alcanzar el objetivo global de una manera progresiva y adecuada. Estos objetivos desglosados serán:

1. Elección de los mecanismos más adecuados para satisfacer el objetivo principal del proyecto, esto es, elegir juegos de AC que favorezcan las habilidades adaptativas de los niños a través de dispositivos multicontacto, las técnicas para automatizar la recogida de información para su posterior análisis y, a partir de esto, seleccionar la tecnología más adecuada para su desarrollo.
2. Diseño de la lógica de un sistema completo que dé soporte a las actividades previamente mencionadas.
3. Diseño de los elementos de interacción e interfaz de dicho sistema.
4. Implementación del sistema diseñado.
5. Evaluación del sistema desarrollado, tanto mediante pruebas de la implementación, a nivel de caja blanca y negra, como con usuarios reales.

Cumpliendo estos objetivos parciales, se pretende pues alcanzar el mencionado objetivo principal del proyecto.

1.3. Estructura de la memoria

La memoria del proyecto se divide en los siguientes capítulos:

- Capítulo 1. Introducción: motivación y objetivos del proyecto.
- Capítulo 2. Desarrollo de la propuesta: análisis, diseño, prototipos e implementación.
- Capítulo 3. Evaluación de la propuesta: pruebas y pruebas con usuarios.
- Capítulo 4. Conclusiones y trabajo futuro.
- Referencias y apéndices.

²El análisis de dichos resultados es una tarea que requiere expertos en psicología, por lo que el mismo escapa de los objetivos de este proyecto.

Capítulo 2

Desarrollo de la propuesta

2.1. Análisis

Para cumplir con el objetivo presentado en la Sección 1.2, el sistema será diseñado en base a las siguientes características:

- Se tratará de un sistema centrado en el usuario capaz de adaptar distintos aspectos del mismo a las características y necesidades de los usuarios.
- Tendrá como usuarios finales un colectivo en edad educativa con unas características determinadas.
- El juego de AC elegido será el que se considere más adecuado para trabajar sobre las necesidades de entrenar las habilidades de socialización e integración del colectivo seleccionado.
- Para desarrollar dicho juego se elegirán las tecnologías, tanto *hardware* como *software*, que posibiliten tanto sacar mayor partida a los efectos del AC por parte de los individuos, como extraer la mayor cantidad de información relevante que permita un análisis posterior de los mismos.

Cada una de estas pautas se desarrollará y justificará en esta sección de análisis. En primer lugar, se tratará el enfoque y evolución temporal del sistema. A continuación se procederá con el análisis de usuarios. Una vez finalizado se llevará a cabo la elección de las técnicas de AC, así como el estudio de la tarea. En esta línea, se presentará seguidamente el análisis de requisitos y se concluirá la sección con el análisis de las tecnologías a utilizar.

Una vez finalizado el análisis, se dispondrá de toda la información para comenzar con el diseño del sistema.

2.1.1. Enfoque y evolución temporal del sistema

2.1.1.1. Enfoque centrado en el usuario

Como se indica en la introducción de esta sección, se ha decidido basar el proyecto en los principios para el desarrollo de software centrado en el usuario [11]. Los principios por los que se rige el diseño centrado en el usuario¹ son los siguientes:

- Diseño para los usuarios y sus tareas.
- Consistencia.
- Diálogo simple y natural.
- Reducción del esfuerzo mental del usuario.
- Proporcionar realimentación adecuada.
- Proporcionar mecanismos de navegación adecuados.
- Dejar que el usuario dirija la navegación.
- Presentar información clara.
- El sistema debe ser amigable.
- Reducir el número de errores.

Se ha considerado que éste es el modelo que más se ajusta al objetivo final del proyecto de servir de medio para que el usuario desarrolle sus habilidades adaptativas con gran interés y para que los profesionales puedan obtener los datos de las interacciones de dichos usuarios para posteriormente evaluar la evolución de los mismos.

2.1.1.2. Evolución del juego: Adaptativo

Por otra parte, el objetivo del proyecto definido en la Sección 1.2 condiciona la toma de otra decisión importante como es el desarrollo de un sistema que sea adaptativo.

En este contexto, se considera un sistema adaptativo [12, 13] a aquel que es capaz de tomar datos del medio, en esta ocasión de las interacciones de los usuarios, y en función de ellos es capaz de ajustar automáticamente su funcionamiento con un objetivo concreto, en este caso el de fomentar el desarrollo de habilidades adaptativas por parte de los usuarios.

¹Según UsabilityNet European Union Project (20012003). Disponible en: <http://www.usabilitynet.org>

Esta característica viene motivada por el interés de proporcionar medios para ayudar a los usuarios a desarrollar sus capacidades lo máximo posible.

En el ámbito de la educación basada en el juego, existe el riesgo de que los usuarios pierdan el interés cuando la dificultad del juego se encuentra muy por debajo de sus habilidades. En este caso, con la implementación de un sistema adaptativo se desea desarrollar un producto capaz de ajustarse al usuario a medida que este mejore sus habilidades, y que permitiéndole presentar unas posibilidades de mejora mucho mayores.

Más concretamente, el sistema desea medir cómo se desenvuelve el usuario durante la resolución de diversos problemas, o en este caso juegos, por lo que para desarrollar la capacidad de adaptación, es necesario que la dificultad de los juegos aumente en el momento en el que se detecta que el usuario se encuentra relativamente cómodo durante su resolución, y disminuya si se detecta que el tiempo en resolverlo es muy superior al previsto.

En conclusión, se podrá guiar a los participantes en función de sus características y necesidades particulares. También se logrará obtener datos más precisos y dependientes de cada participante.

2.1.2. Análisis de usuarios

El objetivo del proyecto esboza varias de las características principales que presentarán los usuarios finales y los usuarios expertos del sistema a desarrollar. Se entiende por usuarios finales a los individuos que interaccionarán con el sistema jugando, y por usuarios expertos a los profesionales que interaccionarán con el sistema analizando los datos obtenidos por éste tras la interacción de los usuarios finales.

Previo a un análisis más detallado de las características de los usuarios, cabe destacar que para confeccionar el espacio muestral de individuos a los que va dirigido el sistema, fue necesario llevar a cabo una reunión con la persona responsable de poner a disposición del mismo los usuarios. Esta persona fue la representante del centro escolar con el que se decidió tratar de llevar a cabo la colaboración. Éste colegio fue el C.E.I.P. Príncipe de Asturias ². En dicha reunión se presentó la motivación y el objetivo del proyecto. Durante la misma se acordó el desarrollo de juegos para favorecer la socialización e integración de los niños, y la reunión concluyó con un acuerdo de colaboración mutuo, como se puede ver en el acta de reunión mostrada en el Apéndice A.1, reunión a partir de la cual se pudo definir el colectivo de destino de la aplicación.

²<http://cp.principeasturias.madrid.educa.madrid.org/nueva/>

Las posteriores actividades de análisis del sistema son dependientes de las características de los usuarios del mismo, por lo que en este punto se definirán con precisión los rasgos de ambos grupos de usuarios a los que va dirigido el sistema: usuarios finales y usuarios expertos.

2.1.2.1. Usuarios finales

Se consideran usuarios finales al conjunto de individuos que interaccionan con el sistema jugando como parte de su AC. El colectivo de usuarios finales queda acotado por el objetivo y motivación del proyecto a usuarios de las siguientes características:

1. Estudiantes.
2. Edades comprendidas entre los 6 y 12 años.
3. En proceso de desarrollo de habilidades adaptativas.

Dentro de este colectivo se pueden diferenciar dos tipos de individuos en relación al aspecto 3. Se podrán distinguir:

- Estudiantes sin dificultades particulares en el desarrollo de las habilidades adaptativas: socialización e integración.
- Estudiantes con alguna dificultad relacionada con el desarrollo de estas habilidades.

A partir de este espacio, se procederá a seleccionar los individuos a los que irá dirigido el sistema en base a dos criterios fundamentales:

- Individualidad o colectividad de la tarea: por el tipo de habilidades a desarrollar, se trabajará colectivamente, por lo que se elegirán conformaciones de grupos de las características deseadas.
- Información obtenida de expertos sobre la idoneidad de la formación de los grupos en base a las características individuales de los usuarios en relación al nivel de desarrollo de las habilidades adaptativas.

Para obtener la información requerida, y concretar las características de los juegos tuvieron lugar una serie de contactos con los expertos en este sentido, véase acta de reunión del Apéndice A.2. Como resultado en cuanto a la formación ideal de los grupos de usuarios, tras la reunión se consideró de interés que los grupos estuvieran formados por un niño con alguna dificultad de socialización o integración en el grupo y tres niños sin dificultades particulares en este sentido (ver Tabla 2.1).

Con esta conformación de grupos se pretende cumplir una serie de requisitos. En primer lugar, que los grupos no sean excesivamente grandes permite que todos los individuos tengan un peso relevante en devenir de la actividad. En trabajos del estado del arte [14, 15] se menciona que el número idóneo de usuarios para este tipo de actividades se establece entre 3 y 5 usuarios. En segundo lugar, la homogeneidad de edades permite que no haya individuos cohibidos por ser de menor edad o reforzados por ser de mayor edad. Como tercer requisito satisfecho, la mayor proporción de usuarios sin dificultades apreciables en sus habilidades adaptativas facilitan el desarrollo fluido del juego, por lo que no se incluye más de un individuo con alguna dificultad en cada uno de los grupos.

2.1.2.2. Usuarios expertos

Se definen como usuarios expertos a todos aquellos usuarios que interaccionen con los datos obtenidos la interacción de los usuarios finales con las actividades correspondientes.

Para que los datos obtenidos sean correctamente interpretados, esto es, para poder extraer conclusiones sobre el grado de integración, socialización o cumplimiento de las normas, se requerirá que estos usuarios expertos presenten conocimientos de:

- Las características y necesidades de los usuarios finales, lo cual resulta vital para el análisis y selección de los mismos (detallado en 2.1.2.1).
- Las estrategias de AC, necesarias para la elección de las técnicas de AC a implementar (descrito en 2.1.3).
- Psicología, Pedagogía o la combinación de ambas, para evaluar sobre los datos obtenidos y extraer conclusiones sobre los usuarios finales y su evolución en la adquisición de habilidades (véase Subsección 2.1.4), fuera del objetivo del proyecto.

Gracias al acuerdo de colaboración con el C.E.I.P. Príncipe de Asturias, se pudo contar con un equipo de expertos compuesto por:

Total individuos	Variación de edad	Individuos sin dificultades	Individuos con dificultades
4	Ninguna	3	1

Tabla 2.1: Confección ideal de los grupos. *Fuente:* Propia.

- Directora del C.E.I.P. Príncipe de Asturias.
- Parte del claustro de profesores del C.E.I.P. Príncipe de Asturias.
- Educadores/monitores del C.E.I.P. Príncipe de Asturias.
- Padres de alumnos del C.E.I.P. Príncipe de Asturias, miembros de la Comisión de Atención a la Diversidad de la AMPA del Colegio.

2.1.3. Análisis de técnicas de aprendizaje colaborativo y tareas

2.1.3.1. Análisis y elección de la actividad

El AC es algo que se trabaja tanto en edad formativa como laboral. Mientras que en edad laboral las habilidades adaptativas se enfocan mediante dinámicas de grupo, en edad educativa el AC se basa en técnicas de juego en grupo o por equipos. Se define el AC en [3] como aquellas técnicas que no sólo requieren trabajar juntos, sino cooperar en el logro de una meta que no se puede lograr individualmente. Se citan cinco elementos que caracterizan el aprendizaje colaborativo:

1. Responsabilidad individual: todos los miembros son responsables de su desempeño individual dentro del grupo.
2. Interdependencia positiva: los miembros del grupo deben depender los unos de los otros para lograr la meta común.
3. Habilidades de colaboración: las habilidades necesarias para que el grupo funcione en forma efectiva, como el trabajo en equipo, liderazgo y solución de conflictos.
4. Interacción promotora: los miembros del grupo interactúan para desarrollar relaciones interpersonales y establecer estrategias efectivas de aprendizaje
5. Proceso de grupo: el grupo reflexiona en forma periódica y evalúa su funcionamiento, efectuando los cambios necesarios para incrementar su efectividad

A partir de esta definición, se deduce que no cualquier tipo de juego en grupo es el idóneo para favorecer el AC. Con el fin de escoger el o los óptimos y siempre siguiendo los criterios de los usuarios expertos consultados, se ha realizado una selección basada en tres etapas:

1. Elección de las características necesarias para que un juego fomente el AC.

2. Recopilación y categorización de juegos colaborativos orientados a la educación.
3. Evaluación de juegos y selección de las mejores opciones para el contexto de este trabajo.

1) Características necesarias para un juego que fomente el AC

Para proceder a seleccionar las características que ha de presentar el juego de AC, se procedió a un estudio del estado del arte de este ámbito así como a reuniones con los profesionales del campo.

La decisión se ha basado, primeramente, en el *meta-analysis* de métodos de AC realizado por Johnson en [16]. De él se pueden extraer las dos características fundamentales del juego:

- Juego colectivo en lugar de individual.
- Modo de juego cooperativo en lugar de competitivo.

Sin embargo, en base a estas propiedades el abanico de posibilidades seguía siendo excesivamente amplio. Es por ello que, recurriendo al conocimiento de los usuarios expertos tanto de tareas de AC, como sobre las necesidades específicas de los usuarios finales, se fijaron el resto de características.

El proceso se llevó a cabo mediante una segunda reunión con los expertos, en la que, entre otros aspectos, se definieron las restantes características que habría de presentar el juego. Dicha reunión se muestra en el Apéndice A.2.

Como resultado de esta reunión, se fijaron las siguientes características para el juego:

- Juego con normas establecidas, para observar su cumplimiento o no cumplimiento. En este caso se valoran las normas adicionales a las típicas del juego, es decir, aquellas normas relacionadas con la colaboración o respeto hacia los compañeros que permitan medir sus habilidades sociales.
- Juego con posibilidad de incluir fase de adaptación a los jugadores mediante distintos niveles o similares. Se busca un juego del que se puedan extraer múltiples características para valorar la configuración del juego que más se ajusta a cada jugador.
- Juego con distintas modalidades de colaboración tales como por turnos, por parejas o simultáneo (todos a la vez).
- Juego en el que fuese posible medir la participación o deseo de colaborar de cada usuario.

2) Recopilación y categorización de juegos orientados a la educación

En primer lugar es necesario llevar a cabo una selección de las principales categorías de juegos aplicados a la educación. Para ello, se ha recurrido al artículo de Claudio Dondi [1], donde se realiza una categorización de juegos educativos en función del objetivo de aprendizaje. Las categorías que se analizarán serán las mostradas en la Tabla 2.2, memoria, destreza, toma de decisiones e interacción social.

Objetivo de aprendizaje	Definición
Memoria	Aprendizaje factual
Destreza	Aprendizaje sensorial
Toma de decisiones	Análisis de conocimiento
Interacción social	Compresión del entorno

Tabla 2.2: Categorización de juegos según [1]. De izquierda a derecha: Categorías por objetivo y definición de la categoría. *Fuente:* [1].

3) Evaluación de juegos en función de las características Para seleccionar los juegos es necesario que estos tengan las características deseadas, presentadas anteriormente. En este punto, es necesario seleccionar diversos juegos dentro de cada categoría con el fin de evaluarlos con respecto a las características presentadas en el apartado anterior. Para ello, se requirió la colaboración por parte de los usuarios expertos, por lo que esta decisión se tomó en función de la reunión detallada en el acta de reunión del Apéndice A.3. Los juegos propuestos, mostrados en la Tabla 2.3 primera columna, trataron de estar centrados principalmente en la categoría de interacción social, sin descartar el potenciar también las demás categorías en la medida de lo posible. Evaluando cada juego en función de dichas características, de modo *booleano*, el resultado obtenido se muestra en la Tabla 2.3, donde + indica verdadero y - representa falso.

Como se puede observar en la Tabla 2.3, tras el análisis comparativo de los posibles juegos expuestos anteriormente, se ha considerado que los juegos que más se aproximan a los características y objetivos deseados son: **El juego de los gustos** y **El juego de los cuadrados**.

Juegos	Trabajo en equipo	Normas	Adaptativo	Modalidad turnos/simult	Participación medible	TOTAL
Juego de los gustos	+	+	+	+	+	5
Quién sigue la frase	+	+	-	-	-	2
Juegos de conducción	-	-	+	-	-	0
Snakes simultáneas	+	-	-	-	-	1
Juego de los cuadrados	+	+	+	+	+	5
Rompecabezas	-	-	-	-	-	0
Pictionary	+	+	-	-	+	3
Quién es quién	+	+	-	-	+	3

Tabla 2.3: Evaluación de los juegos respecto de las características de la Subsección 2.1.3.1, donde + significa verdadero y - significa falso. *Fuente:* Propia.

2.1.3.2. Análisis de tarea

Partiendo de la elección de los juegos llevada a cabo en la Subsección 2.1.3.1, se va a pasar a analizar las tareas de los juegos seleccionados.

El juego de los cuadrados (Los cuadrados) tiene como objetivo que todos los participantes formen un cuadrado cada uno con las piezas en juego. En primer lugar se escogen los jugadores y se reparte a cada uno un conjunto de piezas con las cuales es imposible formar un cuadrado perfecto. Adicionalmente se asigna una región, región final, a cada participante para que estos puedan construir su cuadrado en ella a partir de las piezas en modo puzzle, y se establecen como normas fundamentales la prohibición de quitar las piezas a los demás y de hablar durante la partida.

Habitualmente cada jugador tratará de formar su cuadrado a partir de las piezas que le han sido asignadas, arrastrándolas hasta la región final. Tras comprobar la imposibilidad de hacerlas casar, se espera que los jugadores se den cuenta de la necesidad de intercambiar piezas. Sin embargo, debido a las normas anteriormente establecidas, deben esperar a que los otros jugadores les cedan las piezas que necesiten, al igual que deben dar a otros compañeros las que no les resulten útiles para formar su cuadrado, tratando de pasar a cada uno las piezas que puedan servirles para completar sus cuadrados.

Una vez llevado a cabo el intercambio de piezas imprescindible, deben ser capaces de colocar en su región correspondiente el conjunto de piezas que formen exactamente el cuadrado. También pueden ir colocando las piezas según las van teniendo o recibiendo, aunque todavía no tengan todas las que necesiten.

La partida se da por finalizada cuando todos los componentes del grupo hayan acabado su cuadrado, es decir, no existen ganadores de manera individual, si no que se gana como grupo.

Con este juego se desea poder medir la colaboración de cada componente del equipo, analizando sus prioridades entre compartir y recibir, así como el cumplimiento o incumplimiento de las normas.

El juego de los gustos tiene como objetivo promover el conocimiento mutuo de los compañeros, facilitar la integración de todos en el grupo y así como fomentar la atención ante las respuestas de cada individuo.

Este juego se puede plantear con múltiples variantes y modalidades, como se detalla en el Apéndice B. En primer lugar, los participantes deberán indicar sus propios gustos desplazando su avatar correspondiente a la zona de “me gusta” o “no me gusta” según la imagen mostrada en cada momento.

En la segunda parte del juego, irán apareciendo imágenes sobre posibles gustos y una persona sobre la cual se preguntará (destino). Los demás participantes deberán contestar en función de si creen que a la persona destino le gusta o no el contenido de la imagen aparecida.

Finalmente, en una tercera etapa, los usuarios deberán asociar gustos y personas sin ningún orden, considerando lo aprendido sobre los demás usuarios en los turnos anteriores.

Este juego está formado por múltiples normas a seguir, como respetar el turno o no comunicar los gustos propios tras la primera etapa. A lo largo de la memoria se profundizará más en Los cuadrados, incluyendo una descripción detallada del diseño del juego (Sección 2.2), su implementación (véase Sección 2.4) y las pruebas realizadas (Sección 3.1). Por lo tanto, no se va a entrar más en detalle sobre Los gustos de lo hecho hasta ahora, dejando así la información restante en el Apéndice B.

2.1.4. Análisis de requisitos

En esta sección se detallan todos los requisitos que presenta la aplicación. Consta de dos apartados que clasifican los diferentes requisitos en las categorías de Requisitos funcionales y Requisitos no funcionales, siendo la primera categoría la encargada de describir las funcionalidades concretas que será necesario implementar en la aplicación, y la segunda la encargada de describir los criterios que debe satisfacer la operación del sistema.

2.1.4.1. Requisitos funcionales

A continuación se detallarán los requisitos respecto al comportamiento lógico de la aplicación, separados por subsistemas, donde se muestran tanto las funcionalidades disponibles para los usuarios como las internas y necesarias para gestionar la lógica

de la aplicación.

Requisitos de interacción durante el juego Las funcionalidades del juego que han de estar disponibles para el usuario, es decir, los requisitos relacionados con las actividades o acciones que puede realizar o visualizar el usuario son los siguientes:

RF(01) Crear una nueva partida en la que participen un número variable de jugadores.

- El número de jugadores debe ser mayor a 1 y el máximo de estos podrá variar, estando condicionado por la superficie sobre la que se realicen las pruebas.
- Esta acción podrá ser realizada en cualquier instante.

RF(02) Dar a escoger los jugadores que formarán parte de la nueva partida.

- La información que se mostrará de cada jugador es exclusivamente el apodo.
- Únicamente debe darse este hecho en caso de estar creando una nueva partida.

RF(03) Permitir al usuario arrastrar o mover las piezas a lo largo del tablero. Debe soportar además la rotación de las mismas siempre y cuando las características de la partida lo requieran.

- Únicamente se podrán mover aquellas piezas que no se encuentren en un cuadrado ya resuelto.

RF(04) Notificar a los jugadores la finalización de un cuadrado.

- Se considera finalizado el cuadrado cuando en la región del cuadrado del jugador, únicamente se sitúan las piezas correspondientes a un cuadrado en juego.

RF(05) Notificar a los jugadores la finalización de una partida.

- Se considera finalizada la partida cuando todos los cuadrados en juego han sido finalizados.

RF(06) Repetir partida

- Esta acción solo puede llevarse a cabo en caso de haber una partida en juego o se haya finalizado o cerrado una partida durante la misma ejecución del programa.

RF(07) Cerrar la partida.

- Esta acción solo puede llevarse a cabo en caso de haber una partida en juego.

Requisitos de la lógica del juego En este subsistema se describirán los cálculos internos necesarios para lograr un correcto funcionamiento de la aplicación, así como la gestión de la información a almacenar en el sistema.

RF(08) Calcular la dificultad de la partida tras la elección de los jugadores (como se explica en el requisito RF(02))

- En función de las características de los usuarios seleccionados y de la información previamente guardada acerca de ellos (véase requisito RF(13) y RF(14)) el sistema establecerá la dificultad que debe tener la partida.
- La dificultad de la partida se ajustará en la medida de lo posible a la evolución del usuario final.
- Esta dificultad servirá para escoger la configuración de la nueva partida. Se entiende por configuración la dificultad de los cuadrados, la posibilidad de rotación y el número de piezas que le falta a cada jugador para la resolución de algún cuadrado nada más comenzar la partida.

RF(09) Escoger los cuadrados a poner en juego en función de la dificultad establecida en el requisito RF(08).

RF(10) Repartir a cada jugador un conjunto de piezas.

- El conjunto de piezas original entregado a cada usuario no puede contener todas las piezas necesarias para la finalización de algún cuadrado.
- Todas las piezas deben pertenecer a los cuadrados escogidos al comienzo de la partida y serán suficientes y necesarias para completar dichos cuadrados.

RF(11) Calcular la puntuación de cada jugador al finalizar la partida.

- En función de la información guardada acerca de cada usuario en el desarrollo de la partida (requisitos RF(13) y RF(14)) y de datos *a priori* del usuario, se calculará la puntuación de dicho usuario.

RF(12) Almacenar la información correspondiente a cada movimiento realizado.

- Los datos incluidos son los siguientes: identificador del movimiento, partida a la que pertenece, jugador que realiza la acción, jugador al que le da la pieza, fecha y hora de inicio y fin del movimiento, la pieza que se mueve y la puntuación que genera dicho movimiento. La puntuación de cada movimiento se dará en función de unos criterios presentados más adelante (véase Subsección 2.2.1.1).

RF(13) Almacenar los datos correspondientes a las partidas.

- La información guardada será la siguiente: identificador de la partida, los jugadores de ésta, la fecha y la hora de inicio y fin de manera individual para cada participante y general de la partida, identificador del cuadrado que resuelve cada uno, usuario con el que cada jugador tiene mayor afinidad, número de movimientos realizado por cada componente, puntuación individual, dificultad de la partida, juego correspondiente (en este caso Los cuadrados) y por último estado de la partida (en proceso, finalizada o parada sin finalizar).

RF(14) Almacenar información necesaria de cada jugador.

- Los datos recogidos son los siguientes: identificador único, apodo, nombre, apellidos, perfil del mismo, fecha de creación, fecha de nacimiento, administrador del usuario (persona responsable), grupo al que pertenece y, de manera opcional, observaciones.

2.1.4.2. Requisitos no funcionales

La calidad del sistema cuyas funcionalidades se han especificado en el apartado anterior, se mejorará si se cumplen los siguientes requisitos no funcionales:

Requisitos de interacción

RNF(01) Esta aplicación debe poder ser utilizada por todas las personas capaces de utilizar cualquier superficie táctil (únicamente conocimientos de desplazar y rotar).

RNF(02) Bloqueo de las piezas correspondientes a un cuadrado tras su finalización. De esta forma, los usuarios no podrán mover las piezas deshaciendo así el cuadrado ya resuelto.

RNF(03) Todos los botones “pulsables” deben presentar una apariencia con relieve o elevado, reflejando así la posibilidad de hacer *click* sobre los mismos.

RNF(04) Los mensajes deben ser concisos, positivos y sencillos de comprender para cualquier usuario de la aplicación.

Requisitos de interfaz

RNF(05) La interfaz deberá caracterizarse por ser minimalista, facilitando así a los usuarios el “centrar su atención” en la aplicación y por lo tanto en la actividad.

RNF(06) La combinación de colores elegida permitirá al usuario una fácil distinción de los distintos elementos y acciones que se le permiten realizar, así como tener una vista rápida de los procesos que se están llevando a cabo en la aplicación.

- No se debe incorporar más de cuatro colores en la misma pantalla.
- Se debe evitar el uso del color rojo en los mensajes de retroalimentación, para no llevar al usuario a pensar que está realizando algo de manera incorrecta.
- Se incorporarán grandes contrastes entre el fondo y frente en cada pantalla.

RNF(07) Durante la ejecución de una partida se deben diferenciar claramente las regiones correspondientes a cada jugador. De esta forma los usuarios deben ser capaces de reconocer las piezas que les corresponden y a los cuadrados que deben formar.

- Cada región deberá ir acompañada del apodo del jugador al que le corresponde dicha zona para facilitar su identificación.

RNF(08) Se combinarán las formas y colores para diferenciar los objetos presentes en la aplicación.

RNF(09) Consistencia a la hora de nombrar los términos y mostrar los mismos elementos en diferentes pantallas.

Requisitos de fiabilidad

RNF(10) Todas las operaciones realizadas por los usuarios deben ser transaccionales.

- El sistema deberá disponer de la habilidad para evitar frecuentes y severas faltas en el servicio, y en el caso de haberlas que sean consideradas como escasas o insignificantes.

RNF(11) El sistema debe informar al usuario de cualquier fallo que se produzca, por acciones incorrectas por parte del usuario y por errores del propio sistema. El sistema debe recuperarse de los fallos llevando a un estado consistente y sin pérdida de datos.

Requisitos de rendimiento

RNF(12) La eficiencia del sistema es un factor importante. Por ello éste debe ser rápido y el tiempo de respuesta ante problemas urgentes debe ser de un máximo de 24 horas en días laborables.

RNF(13) El 95 % de las transacciones deben realizarse en menos de 10 segundos.

Requisitos de funcionalidad

RNF(14) La aplicación será sometida a una serie de pruebas con usuarios reales, de manera que se puedan detectar posibles fallos, e incluso introducir nuevas mejoras sugeridas por éstos.

2.1.5. Análisis de tecnologías

2.1.5.1. Tecnologías *hardware*

Para la implementación de un sistema con las características y requisitos descritos anteriormente (véase 2.1.2 y 2.1.4), se requerirá un *hardware* con las propiedades adecuadas. Esta selección se hará en base a los siguientes aspectos:

- Usuarios finales: se requiere un hardware novedoso y que haga la actividad atractiva para despertar el interés de los usuarios, además de dar un correcto soporte al funcionamiento del juego y a la interacción entre los mismos. Dadas las edades, de 6 a 12 años, las tecnologías táctiles cumplen ese requisito mejor que ninguna otra.
- Usuarios expertos: requieren datos obtenidos durante el proceso. Se necesita por lo tanto un dispositivo con suficiente capacidad computacional y de almacenamiento. Este requisito también aplica en el apartado anterior, pues para los usuarios finales también se requiere capacidad de almacenamiento y cálculo, aunque en menor medida.
- Técnicas de AC: por ser un juego colaborativo jugado simultáneamente en un solo dispositivo, se requiere que las dimensiones del mismo sean suficientemente grandes como para permitir interacciones de 4 usuarios a la vez.

Pese a que estas características están ya mencionadas en la Subsección 2.1.4, se han incluido aquí por ser únicamente estas las que condicionen la elección del *hardware*.

En primer lugar se han seleccionado los dispositivos más proclives a ser elegidos como idóneos en función de una valoración *grosso modo* de las posibilidades

existentes frente a las características requeridas. Los candidatos seleccionados fueron: *smartphone*, *PDA/tablet*, PC con pantalla táctil y mesa multicontacto.

Para cada uno de estos candidatos, se comprobó la presencia de las características anteriormente mencionadas, y se seleccionó el que las cumplía en mayor medida. Como se puede ver en la Tabla 2.4, las mesas multicontacto reciben la más alta puntuación en dos de las tres características estudiadas, por lo que serán ellas las seleccionadas.

Dispositivos	Novedoso	Capacidad procesado	Tamaño	TOTAL
Smartphone	1	1	1	3
PDA/tablet	2	2	2	6
PC pantalla táctil	3	4	3	10
Mesa multicontacto	4	4	4	12

Tabla 2.4: Comparativa de dispositivos frente a los requisitos de *hardware*. A mayor puntuación mejor comportamiento en esa propiedad. *Fuente*: Propia.

Una vez seleccionadas las mesas multicontacto como hardware base para la implementación del sistema, se abre un abanico de posibilidades dentro de los tipos de mesas y las características de cada una. Sin embargo, puesto que las tecnologías de este tipo presentan un elevado coste, se decidió trabajar sobre el modelo de mesa multicontacto disponible en el laboratorio de investigación amilab³ (ambient intelligence laboratory).

El modelo concretamente es el *Multitouch cell*⁴, de MultiTouch Ltd, que presenta una serie de especificaciones no incluidas en el informe por no extenderlo innecesariamente. Como características a reseñar dispone de:

- Tamaño de pantalla de $\approx 40''$, suficiente para interaccionar cuatro usuarios.
- *Touch technology* basada en difusión óptica infrarroja, con una buena sensibilidad táctil en diversas condiciones de cambios de iluminación, de humedad ambiental o de presión.

2.1.5.2. Tecnologías *software*

A continuación, se analizará el tipo de estrategia para la gestión de datos, y una vez seleccionada, la implementación concreta de la misma para que cumpla con su propósito con buenos resultados.

³<http://amilab.ii.uam.es/>

⁴<http://www.multitaction.com/products/celladvanced/>

Actualmente, la gestión de datos en un sistema como el de este proyecto se enfoca principalmente de dos formas distintas: las bases de datos o los sistemas de archivos. A continuación se van a analizar una serie de características de las bases de datos [17] que motivarán la elección de esta estrategia frente a los sistemas de archivos [18].

Bases de datos frente a sistemas de archivos

- Independencia de los datos respecto a los tratamientos y viceversa: Esta característica de las bases de datos permite que haya cierta flexibilidad ante cambios en el código o el diseño de la base de datos. Esto puede resultar útil a la hora de añadir nueva funcionalidad sobre un mismo juego, al igual que al incorporar nuevos juegos al sistema.
- Coherencia de los resultados: Esta cualidad de las bases de datos permite al sistema no tener redundancia de datos, así como las inserciones múltiples de los datos en diversos ficheros eliminadas gracias a las relaciones entre las diferentes tablas del sistema. Esto permite a la aplicación manejar datos válidos y actualizados en cada momento.
- Mayor valor informativo: Gracias a las relaciones presentes en los diferentes elementos de la base de datos relacional se puede contar con mayor información que la que se posee analizando los datos de manera individual. A diferencia de otras tecnologías, las bases de datos permiten llevar un control de la información en común entre las diferentes tablas o clases del sistema, luego ayuda a evitar inconsistencias dentro del mismo.
- Mejor y más normalizada documentación de la información, la cual está integrada con los datos: Algo que diferencia las bases de datos frente a otras tecnologías como sistema de archivos clásico es la unificación de la declaración del tipo de dato, o también llamado semántica de los datos, y el dato en sí. Este hecho atribuye mayor lógica a la base de datos haciendo a esta más completa e independiente de la implementación propia de la aplicación.
- Mayor eficiencia en la recogida, validación e introducción de los datos en el sistema: Gracias a la falta de redundancia en la base de datos, la validación y recuperación de los datos de ésta poseen un alto rendimiento, debido a no necesitar analizar diferentes archivos.
- Reducción del espacio de almacenamiento: De la misma forma que en el punto anterior, la carencia de redundancia reduce notablemente la ocupación de los datos.

Por otra parte, las bases de datos también presentarán inconvenientes. Algunas desventajas pueden ser la necesidad de altos conocimientos para hacer un buen uso de ellas, la costosa instalación o la dificultad de aprendizaje de todas las actualizaciones debido al continuo avance de esta tecnología.

Sin embargo, comparando aspectos positivos y negativos, y teniendo en cuenta el tiempo disponible para el diseño de la base de datos y los conocimientos adquiridos en la universidad para sobreponerse a los inconvenientes, se eligieron las bases de datos como estrategia para el tratamiento de los datos del sistema.

Las bases de datos se pueden clasificar fundamentalmente en relacionales y no relacionales [17]. Si bien las primeras pueden considerarse superiores en aspectos de funcionalidad, el tipo de sistema condiciona en muchas ocasiones su utilización.

Las bases de datos relacionales incluyen junto con los datos, toda la lógica e información que permite crear las relaciones y dependencias entre las distintas tablas de la misma. Es por ello que en sistemas en los que se manejan volúmenes de datos de grandes dimensiones no es recomendable la implementación de bases de datos de este tipo. La lógica asociada a estos sistemas, así como la elevada carga computacional, pueden suponer unos costes no asumibles por el sistema. Es por ello que en esas situaciones es más frecuente el uso de bases de datos no relacionales.

En esta ocasión, el sistema presenta una dimensionalidad y un volumen de datos relativamente pequeño, por lo que de cara a la funcionalidad de la misma, así como a la presentación de los datos a los usuarios expertos de una forma más clara y menos redundante, se ha tomado la decisión de usar bases de datos relacionales.

Una vez se ha orientado la elección de la bases de datos hacia la categoría de bases relacionales, se procederá a seleccionar la idónea en base a una serie de criterios previamente seleccionados. Estos criterios son:

- Costo de instalación y mantenimiento.
- *Drivers* incluidos en Windows por defecto, para agilizar la instalación y aprovechar algunas características de Windows.
- Diseñador gráfico de vistas incluido, para facilitar la creación y modificación de las vistas.
- Clave externa - Actualización/borrado en cascada, para evitar incoherencias en el sistema.
- *Triggers*, para automatizar las acciones a realizar tras la alteración de alguna tabla.

- Soporte de fechas.
- Asistente para optimización de bases de datos avanzadas.
- Secuencias/Autonumérico, para evitar la gestión de repetidos de la clave primaria.
- Vistas actualizables.
- Añadir columnas y cambiar nombres y tipos de datos de las vistas sin hacer *drop*.

Sobre estos criterios enunciados, se ha decidido comparar tres de las implementaciones de bases de datos más frecuentes en este tipo de sistemas: SQL Server [19], MySQL [20] y PostgreSQL [21]. El resultado se puede observar en la Tabla 2.5, donde se valorarán como Sí o No cada criterio para cada una de las tres implementaciones de bases estudiadas. Para la realización de esta tabla se ha recurrido a la documentación de cada una de las implementaciones estudiadas.

Características	Microsoft SQL Server	MySQL	PostgreSQL
Instalación / Mantenimiento	Alto / Costoso	Bajo / Sencillo	Medio / Medio
Drivers en Windows por defecto	Sí	No	No
Diseñador gráfico de vistas	Sí	No	No
Clave externa - Actualización/borrado cascada	Sí	No	Sí
Triggers	Sí	Sí	Sí
Soporte de fechas	Sí	Sí, no Timezone	Sí
Asistente para optimización de bases de datos avanzadas	Sí	No	No
Secuencias /Autonumérico	Sí	Sí	Sí
Vistas actualizables	Sí	Sí	Sí, no automat.
Añadir columnas y cambiar nombres y tipos de datos de las vistas sin hacer drop	Sí	Sí	No

Tabla 2.5: Tabla comparativa de bases de datos en función de los criterios preseleccionados. *Fuente:* Propia.

En función de estos resultados, el gestor de bases de datos seleccionado, pese a ser una implementación no estudiada en la universidad, ha sido Microsoft SQL Server⁵, pues se ha observado que cumple los requisitos establecidos mejor que ninguna otra.

⁵<http://msdn.microsoft.com/es-es/library/bb545450.aspx>

2.2. Diseño

Dentro del desarrollo de un sistema centrado en el usuario, el diseño es una de las actividades fundamentales del mismo. En este capítulo se expondrá el diseño de la lógica necesaria para implementar los juegos escogidos previamente (véase Sección 2.1), el diseño de la parte adaptativa del sistema, así como el diseño de los elementos interactivos y la interfaz de la que se ha decidido implementar. Al concluir esta sección se dispondrá de un diseño que permitirá comenzar con la etapa de implementación.

2.2.1. Lógica del sistema

A continuación se presentará la lógica necesaria para el correcto diseño del juego seleccionado para implementar: Los cuadrados, así como la arquitectura que soporte tanto a dicho juego como a una futura implementación del otro juego, el juego de Los gustos.

2.2.1.1. Definiciones y funcionalidad

Previamente a exponer el desarrollo de cada juego, resulta crítico comprender el significado y objetivo de algunos elementos del sistema, por lo que los más relevantes se definen a continuación. Entre paréntesis se indica a cuál de los juegos corresponde cada elemento.

Pieza: (*Los cuadrados*) Figura con un número variable de lados diseñada para ser arrastrada por los participantes. Cada una de las figuras viene definida por el conjunto de vértices que constituyen la silueta de la pieza.

Cuadrado: (*Los cuadrados*) Dentro del ámbito del juego se entiende por cuadrado un conjunto de piezas tales que, colocadas correctamente, forman un cuadrado. Es decir, no se definen los cuadrados de ninguna otra forma explícita. Las piezas que forman un cuadrado no mantienen ninguna relación entre ellas, salvo que pueden o no encontrarse en el mismo cuadrado.

Partida: (*Los cuadrados*) Se entiende por partida una instancia del juego correspondiente formado por un número variable de jugadores durante la cual estos participantes realizan algunos movimientos con el fin de lograr el objetivo principal del juego, que consiste en formar todos los cuadrados presentados.

Movimiento(I): (*Los cuadrados*) En el caso del juego Los cuadrados, esto representa la acción de arrastrar una pieza de una posición a otra, pudiendo realizarse un intercambio entre diferentes participantes de la partida, un cambio entre

las diferentes regiones del mismo jugador o simplemente un desplazamiento prácticamente insignificante. A partir de esta definición se sobrentiende que en la zona de juego se distinguen zonas de dos tipos:

- Cuadrado: región cuadrada sobre la cual se espera que los usuarios finales resuelvan el cuadrado.
- Exterior: región sobre la que residen las piezas del jugador no situadas en la zona del cuadrado.

Gusto: (*Los gustos*) Elemento sobre el cual se deberá decir durante el juego si le gusta o no a algún usuario.

Movimiento(II): (*Los gustos*) Respuesta del usuario a una posible asociación gusto-individuo en cualquiera de las modalidades del juego.

Una vez fijados los conceptos previos, se va a continuar exponiendo la lógica del juego y su diseño a nivel conceptual.

Funcionalidad de Los cuadrados:

Se detallará la lógica usada para desarrollar su funcionalidad a continuación. Cabe destacar que se dividirá en dos partes: la lógica asociada al desarrollo de la partida y el juego, y la lógica asociada a la gestión de las partidas desde el punto de vista de iniciarlas, cerrarlas o repetirlas.

Lógica de partida:

- Las piezas: Habiendo definido un cuadrado como un conjunto de piezas definidas mediante los vértices que las caracterizan, es necesario generar dinámicamente la pieza en caso de querer ponerla en juego creando el polígono resultante de unir dichos vértices. Esto supone una ventaja a la hora de generar nuevos cuadrados ya que, variando ligeramente algunos de los vértices, se obtendría un cuadrado diferente listo para ser usado en próximas partidas.
- Los movimientos: La evaluación de un movimiento consiste en valorar lo oportuno u óptimo que es el mismo. Al no poseer el participante como objetivo resolver un cuadrado concreto, es posible que una pieza sea igual de favorable para varios jugadores, luego es necesario proceder a comprobar quién es el usuario que realiza el movimiento, el destinatario y el resto de participantes. Los posibles valores de puntuación de un movimiento son:

- ✧ 0: Los movimientos con esta valoración son aquellos en los que el jugador de origen cede una de sus piezas a otro jugador cuando ésta es la que más le conviene. Se consideran incorrectos estos movimientos.
- ✧ 0.5: Se asigna esta puntuación a los movimientos en los que ni el jugador de origen ni el de destino son los usuarios a los que mejor les viene esa pieza.
- ✧ 1: Esta puntuación se adjudica cuando el jugador de destino es el que más necesita la pieza cedida. Se considera óptimo este movimiento.
- ✧ 2: Se valora con un 2 aquellos movimientos en los que el jugador de origen y de destino coinciden.

Para hacer un correcto análisis del movimiento se llevan a cabo los siguientes pasos:

1. Si el jugador de origen y destino coinciden, entonces se asigna un 2 en la puntuación y finaliza el análisis. De lo contrario se salta al paso 2.
 2. Para cada uno de los participantes se hace:
 - a) Se crea un conjunto de piezas a partir de la unión de las de su región dentro y fuera del cuadrado y la pieza que se está desplazando.
 - b) Se hace la intersección del conjunto anterior con el de las piezas que componen el cuadrado en juego al que pertenezca la pieza desplazada.
 - c) Se anota el número de piezas resultantes del paso b).
 3. Se asigna la puntuación en función de las siguientes comprobaciones:
 - a) Si el jugador con el máximo número de piezas anotadas en el paso 2 es el de origen, entonces se asigna un 0 en la puntuación.
 - b) Si por el contrario es el jugador de destino, entonces se adjudica un 1 por ser el movimiento óptimo.
 - c) Finalmente, si no se da ninguno de los casos anteriores, entonces se pone 0.5.
- Finalización del juego: Es interesante destacar la dificultad que aporta el intercambio de piezas entre unos jugadores y otros en la detección de finalización de cuadrado y partida. Esto se debe a que, al poder llegar a intercambiarse todas las piezas entre los participantes, no se puede asignar un cuadrado a resolver para cada jugador, sino que hay en juego tantos cuadrados como usuarios finales estén jugando y cada uno puede resolver cualquiera de

esos cuadrados siempre que no haya sido resuelto ya por otro participante. Por ello es necesario llevar una cuenta de las piezas que tiene cada jugador dentro y fuera del cuadrado y, por cada inserción de una pieza en la zona del cuadrado, se debe verificar si el conjunto de piezas comprendido en esa misma zona coincide exactamente con el conjunto de piezas que componen alguno de los cuadrados en juego.

Lógica de gestión de partidas:

Por otra parte, en la gestión de las partidas y juegos que llevarán a cabo los responsables o usuarios expertos, se presentan una serie de acciones con una lógica asociada que se detallarán a continuación:

- Creación de una nueva partida: Esta opción permite al administrador o usuario final escoger en cualquier momento los participantes de la partida que desee comenzar de entre todos los jugadores que tenga a su cargo. Se eligen estos jugadores a partir del apodo de los mismos. Una vez llevada a cabo esta acción, el sistema se encarga de escoger los cuadrados que mejor se ajusten a la experiencia de los usuarios finales, repartir las piezas de una manera aleatoria pero con restricciones (ningún usuario tendrá todas las piezas pertenecientes a un mismo cuadrado, dependiendo de la dificultad se tendrán más o menos piezas de distintos cuadrados, etc.), y cargar la partida para que estos puedan empezar a resolver los cuadrados. Al terminar de formar todos los cuadrados que estén en juego, la partida se dará por finalizada.
- Cerrar partida en juego: Esta opción permite dejar una partida sin acabar actualizando todos los datos necesarios de la base de datos. La ventaja de esta opción reside en la posibilidad de extraer conclusiones y resultados de la partida que estaba en juego sin la necesidad de llegar a resolver todos los cuadrados. Como indica el título, es obligatorio que haya una partida en juego que cerrar. Luego al comienzo de la ejecución del programa no se permite llevar a cabo dicha acción.
- Repetir partida: Esta opción proporciona al administrador la posibilidad de crear una nueva partida pero con la configuración de la partida que esté en juego, haya o no finalizado ésta. Esto quiere decir que no es necesario que escoja los participantes de la partida, sino que se asignarán directamente los participantes de la partida actual. En caso de no haber finalizado la partida, el sistema se encargará de cerrar la partida como se especifica en la opción anterior y, a continuación, crear una nueva partida.

2.2.1.2. Diseño de la arquitectura

El esquema general de la arquitectura del sistema se muestra en la Figura 2.1. El esquema general de la arquitectura del sistema se muestra en la Figura 2.1. Como se puede observar, los usuarios finales interactúan con el programa a través de la mesa multicontacto.

Como se puede observar, la mesa multicontacto actúa de mediadora entre los usuarios finales y el programa permitiendo a los jugadores interactuar con el sistema.

Es el programa el encargado de recuperar en primer lugar de la base de datos la información de los usuarios (del módulo de usuarios) y de las partidas anteriores (del módulo de juegos). A partir de estos datos el programa genera el juego dinámicamente y, a medida que el usuario realiza movimientos en la mesa, el programa va analizándolos y almacenándolos en el bloque de juegos de la base de datos.

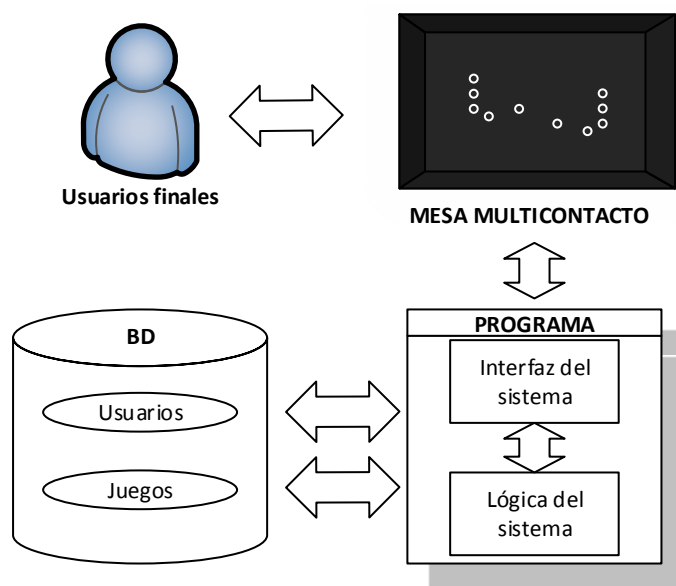


Figura 2.1: Diagrama estructural de la arquitectura del sistema. *Fuente:* Propia.

Una vez desarrollada la lógica y definidos los elementos principales del sistema, se pasará a presentar el diseño de la arquitectura que soportará al sistema, así como a estudiar los módulos o bloques en los que se divide y la información almacenada o gestionada en ellos.

El diseño global se puede observar en la Figura 2.2, donde se presenta el diagrama entidad-relación (ER).

Debido a la gran cantidad de información a representar en un espacio reducido, ha sido necesario excluir la agregación de éste. En la Figura 2.3 un ejemplo de cómo se representaría la relación mueve (entre partida, jugador y pieza) haciendo uso de ésta. Para una mejor visualización no se repiten los atributos de cada elemento.

Si se analiza a grandes rasgos el diagrama anterior se pueden observar tres grandes bloques claramente diferenciados, como son el relativo al juego de Los cuadrados, el relativo al juego de Los gustos y finalmente el conjunto relacionado con la gestión de usuarios. A continuación se describe brevemente cada uno de ellos.

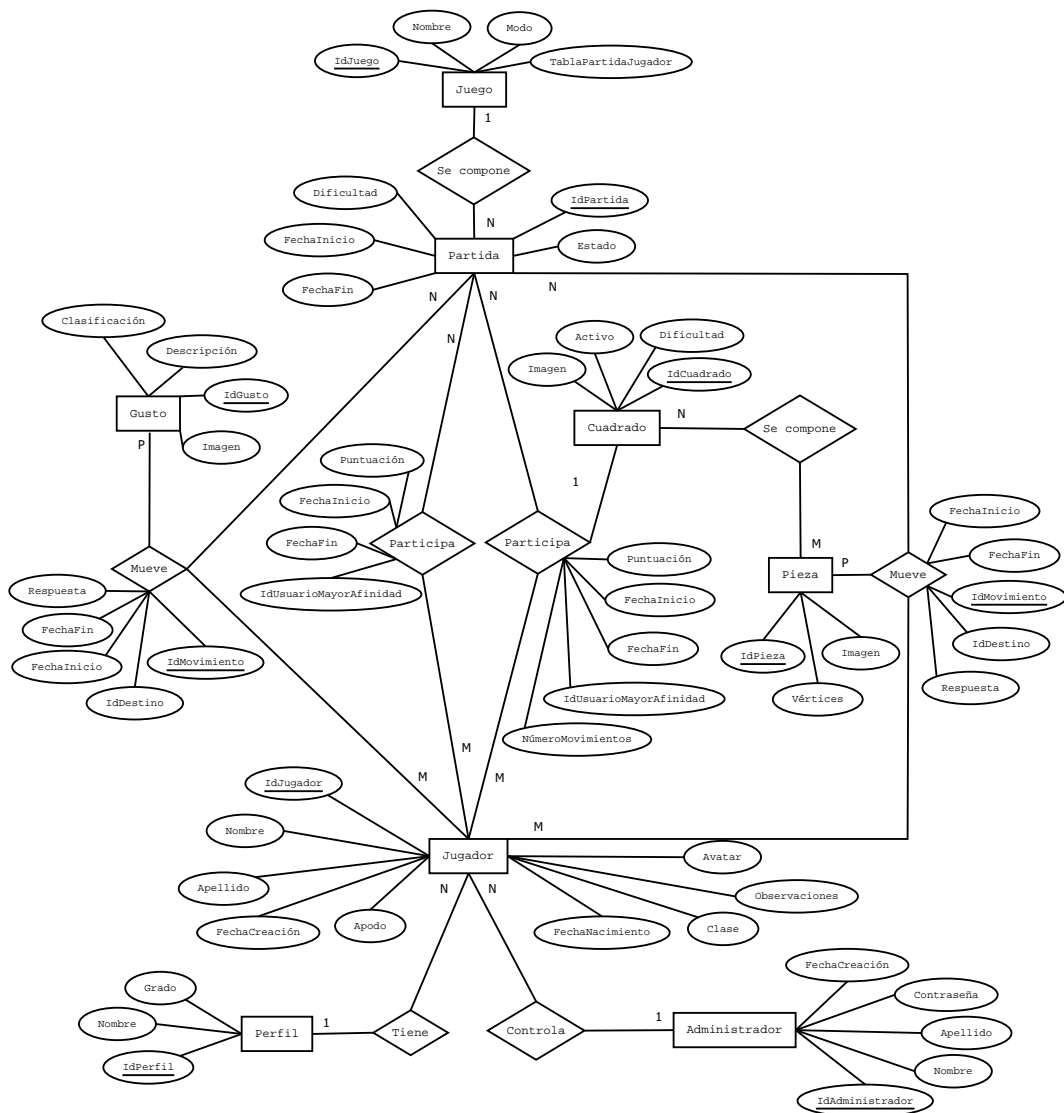


Figura 2.2: Diagrama entidad-relación del sistema. *Fuente:* Propia.

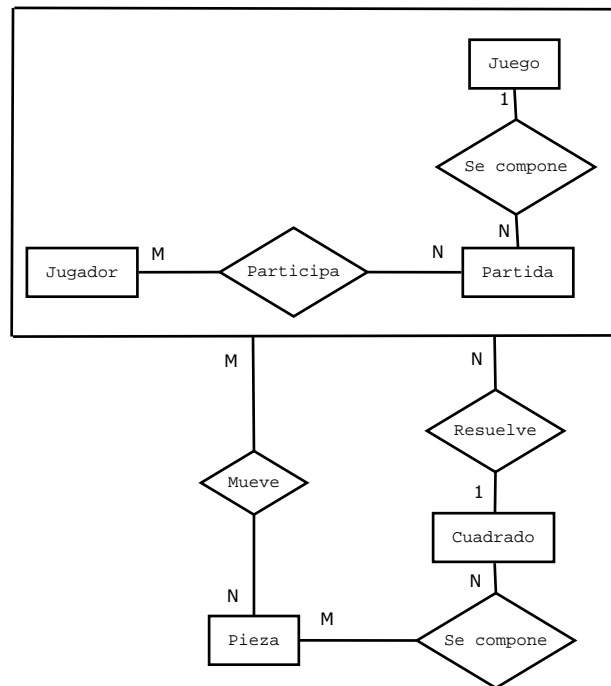


Figura 2.3: Diagrama entidad-relación del sistema. *Fuente:* Propia.

Bloque de gestión de usuarios:

En este primer bloque, se encuentra el conjunto de entidades necesarias para almacenar la información relativa a los participantes, su perfil o grado de dificultad de integración y administradores del sistema. Estas entidades son Jugador, Perfil y Administrador.

Bloque del juego de Los cuadrados:

Se trata del bloque de mayor relevancia en el proyecto. Contiene todas aquellas entidades y relaciones que definen los elementos principales descritos anteriormente, es decir, entidades como Pieza, Cuadrado, Partida, Juego e implícitamente los movimientos. Se van a detallar algunos aspectos relevantes de dicho bloque a continuación:

- La definición de Cuadrado se extrae del diagrama. Cada pieza puede aparecer en múltiples cuadrados al igual que un cuadrado está compuesto por varias piezas.

- La relación Mueve, como definición de movimiento, se presenta como el traslado de una pieza de un jugador de origen a un jugador de destino.
- Las entidades Partida y Juego, a pesar de ser vitales para llevar a cabo la implementación del juego de Los cuadrados, se definen como entidades genéricas, independientes del juego que se trate. Cada detalle o dato particular del juego se encuentra por debajo de la relación de Participa correspondiente a la zona de los cuadrados, así como las entidades de Pieza y Cuadrado.

El diseño de las entidades de Juego y Partida es de esta forma ya que viene motivado por un aspecto fundamental: la búsqueda de un sistema modular. Un sistema de estas características permitirá que la implementación de los juegos sea independiente, esto es, que la lógica de un juego no complique el sistema de otro, y que la inclusión de nuevos juegos en el sistema sea lo más sencilla posible.

Bloque de juego de Los gustos:

Continuando con la especificación de los bloques del sistema, se puede notar el tercer gran bloque correspondiente al juego de Los gustos. Éste está compuesto por entidades y relaciones como Gusto, Mueve, Participa, Partida y Juego, siendo estas dos últimas las mismas que las anteriores. Debido a que este juego no se ha llegado a implementar, no se entrará en detalles en las definiciones de sus elementos.

En la Figura 2.4 se presenta un diagrama de la base de datos para poder observar cómo se ha implementado el diagrama entidad relación en ella. La información que se puede observar de cada una de las tablas es: nombre y tipo de dato de cada columna de la tabla, si éstas admiten valores *null* (*nullables*) y clave primaria y externas de la tabla.

2.2.1.3. Diseño del sistema adaptativo

Algunos detalles que harán posible la implementación de un sistema adaptativo en el caso sobre todo del juego de Los cuadrados se presentan a continuación. Puesto que para la obtención de algunos datos es necesario conocer la arquitectura diseñada, se ha incluido este apartado en esta sección una vez se ha presentado la arquitectura.

El funcionamiento del sistema adaptativo implementado depende de tres aspectos diferentes: los datos iniciales de los usuarios, los datos de la partida en juego y la obtención de resultados a partir de dichos datos.

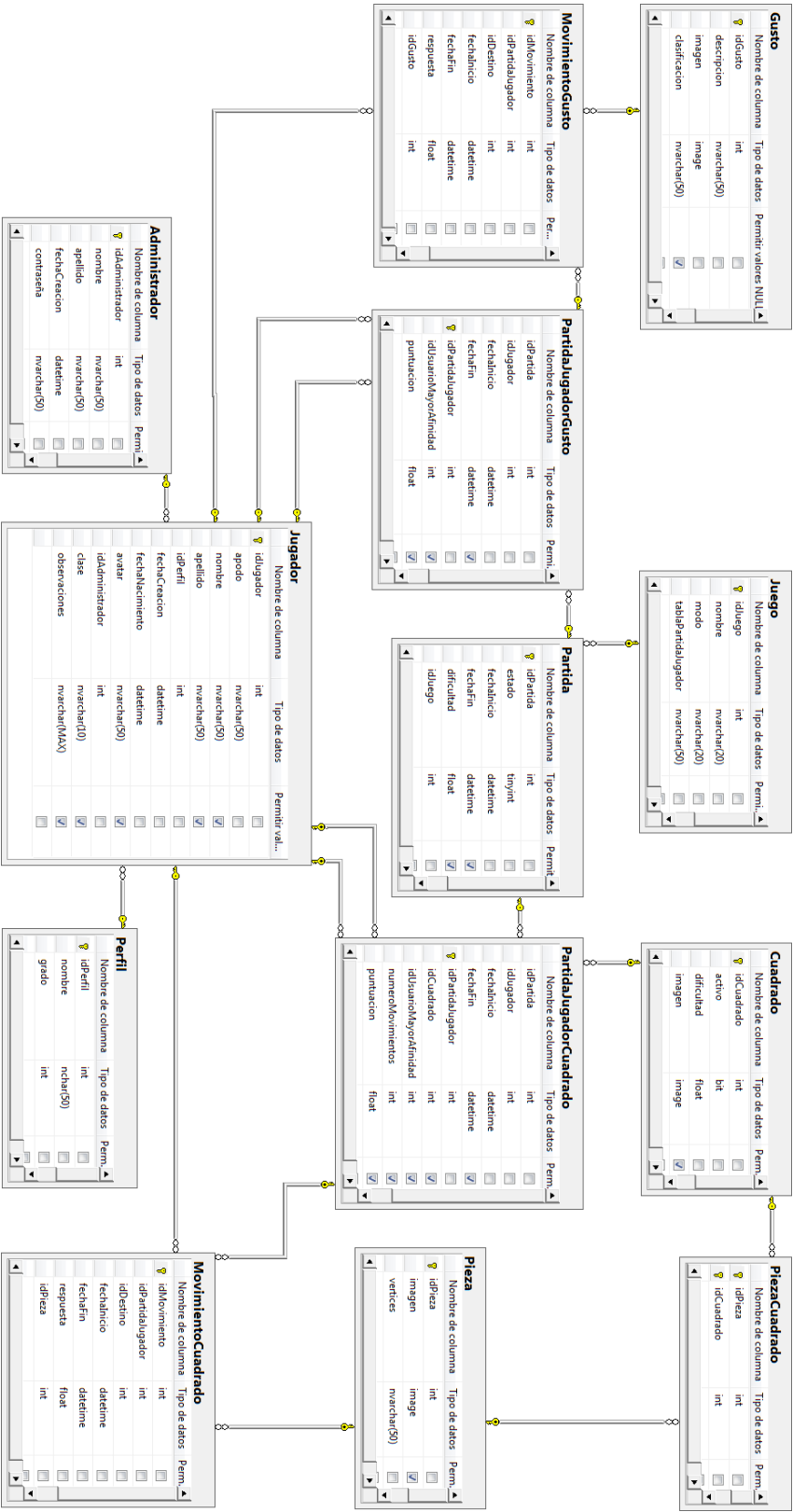


Figura 2.4: Diagrama de la base de datos. Fuente: Propia.

- Datos de los usuarios: Dentro del bloque de gestión de usuarios se han considerado relevantes para el sistema de adaptación dos atributos: la fecha de nacimiento del usuario (age_i) y el perfil asociado ($grade_i$), con $i = 1...N$, y siendo $N = 4$ el número de usuarios por grupo. Más concretamente, este segundo atributo se ha definido como el grado de dificultad del usuario en este ámbito, asociándole valores entre 0 y 4.
- Datos de la partida: En primer lugar, la dificultad de los cuadrados (d_c), fijada en el instante en que dichos cuadrados son insertados en la base de datos. Toma valores entre 0 y 10 en función del número de piezas que contiene o las formas más sencillas o más complejas de éstas. En la implementación llevada a cabo, los cuadrados de dos piezas tienen asociada una dificultad entre 0 y 5 y aquellos con mayor número de piezas entre 5 y 10. Posteriormente, ya con la partida en juego, de cada usuario i se toman datos del tiempo empleado en resolver su cuadrado ($t_{ci} \in [0, 10]$) y el número de movimientos empleados en su resolución ($n_{ci} \in [0, 10]$). Con estos datos se genera una puntuación de la partida por cada usuario Sp_i según 2.1:

$$Sp_i = 10 - (\beta \cdot t + \gamma \cdot n_{ci} - \alpha \cdot (10 - d_c)) \quad (2.1)$$

Donde α , β y γ , son pesos fijados de una manera empírica, proceso descrito en la Subsección 3.2.1, y permiten ponderar la importancia de cada uno de los aspectos incluidos con el fin de optimizar el funcionamiento. Los valores fijados fueron: $\alpha = 0,4$, $\beta = 0,4$ y $\gamma = 0,2$.

- Resultados de la adaptación: Al comenzar una nueva partida se generan resultados para proceder con la adaptación del sistema a los usuarios que van a jugar. A partir de sus datos y de las puntuaciones de partida que hayan obtenido cada uno en su última partida, se procede a calcular la dificultad de la partida Dp , que será la base de la adaptación de la dificultad de la siguiente partida a jugar, esto es, será la que fije la configuración de la siguiente partida. La dificultad se calcula concretamente como se muestra en la ecuación 2.2.

$$Dp = \delta \cdot Sp_{argmax(grade)} + \theta \cdot (10 - edad_{argmax(grade)}) + \omega \cdot (10 - max(grade)) \quad (2.2)$$

Donde δ , θ y ω , son de nuevo valores fijados empíricamente, (véase 3.2.1), con igual función que los anteriores parámetros. En esta ocasión los valores fueron: $\delta = 0,5$, $\theta = 0,2$ y $\omega = 0,75$.

A partir de los valores obtenidos en Dp , tal y como se ha mencionado en las líneas anteriores, se pasa a establecer la configuración de la partida. Más

concretamente, a partir del valor de Dp se decide un grado de dificultad de los cuadrados, el número mínimo de cambios que debe hacer cada usuario para resolver el cuadrado y la necesidad o no de rotar las piezas. Esta relación Dp -configuración de partida se detalla en la Tabla 2.6. En ella se observa cómo, según la Dp va tomando valores más altos se incrementa la dificultad de los cuadrados. Lo mismo ocurre con el número de cambios. Que las piezas requieran rotarse para realizar el cuadrado es el otro de los aspectos tenidos en cuenta para configurar la nueva partida cuando incrementa Dp . Reseñar que todos los umbrales incluidos en esta nueva etapa han sido de nuevo calculados empíricamente con los expertos.

DIFICULTAD PARTIDA	0 - 1.25	1.25 - 2.5	2.5 - 3.75	3.75 - 5	5 - 6.25	6.25 - 7.5	7.5 - 8.75	8.75 - 10
DIFICULTAD CUADRADOS	<i>De 0 a 5</i>	<i>De 5 a 10</i>	<i>De 5 a 6</i>	<i>De 6 a 10</i>	<i>De 0 a 5</i>	<i>De 5 a 10</i>	<i>De 5 a 6</i>	<i>De 6 a 10</i>
CAMBIOS	1 CAMBIO		2 CAMBIOS		1 CAMBIO		2 CAMBIOS	
ROTACIÓN	NO ROTAR				ROTAR			

Tabla 2.6: Tabla de adaptación del nivel de la partida en función de los datos obtenidos. *Fuente:* Propia.

2.2.2. Diseño de la interacción

Esta sección presenta las decisiones tomadas para facilitar la interacción de los usuarios con el juego. El diseño de la interacción queda condicionado por el tipo de usuarios a los que va dirigido el sistema y también se han tenido en cuenta sus gustos y opiniones. Es por ello, que para lograr un diseño lo más ajustado posible a los usuarios, se ha llevado a cabo una reunión en la que se han decidido algunos de los criterios a seguir al diseñar la interacción. El acta de esta reunión se encuentra en el Apéndice A.4.

En dicha reunión se presentó el prototipo de bajo nivel (cuyos detalles se presentarán en la Sección 2.3), y partiendo de la base del tipo de usuarios del sistema, se concluyó que:

- Los usuarios finales requieren un modelo de interacción sencillo e intuitivo, dado que se trata de niños de corta edad.
- Los usuarios expertos suponen la necesidad de interacciones de control rápidas y sencillas, para que los niños no se aburran esperando la preparación, puesto

que se considera que tienen un dominio de nivel medio-bajo con este tipo de sistemas.

Para ofrecer una idea más precisa de la interacción de los usuarios con el sistema, así como de las acciones llevadas a cabo por el sistema en cada momento, se muestra en la Figura 2.5 el diagrama de flujo correspondiente. En dicho diagrama destacan dos bloques: el de elección de jugadores, el cual representa el punto en el que intervienen los expertos e inician partidas, las repiten, fijan los jugadores que jugarán, etc. , y el de realización de movimiento, que es donde intervienen los usuarios finales. El resto de acciones y comprobaciones se llevan a cabo por los elementos internos del sistema.

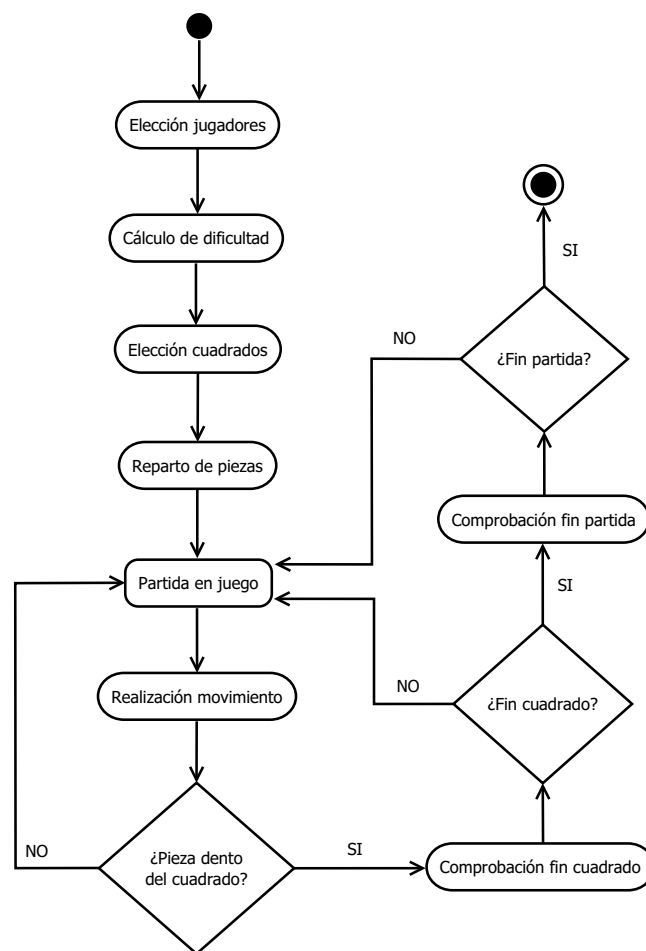


Figura 2.5: Diagrama de flujo de la interacción de los elementos. *Fuente:* Propia.

Para cumplir los requisitos identificados durante las actividades de análisis, se han incorporado una serie de características al sistema presentadas a continuación:

- *Affordance*: el diseño de los botones pulsables como el botón de opciones presentan una apariencia con relieve o elevado reflejando así la posibilidad de hacer *click* sobre el mismo.
- *Feedback*: La aplicación ofrece *feedback* informativo para el usuario indicando la correcta realización de un cuadrado mediante un bloqueo de las piezas que lo forman y presentando una estrella en el lugar del mismo. Esta imagen se mantendrá presente hasta la finalización de la partida, el cual se anunciará igualmente mediante otra imagen y *smileys*.
- A la hora de añadir nuevos mensajes en la aplicación se ha intentado mostrar mensajes concisos, positivos y sencillos de comprender para cualquier usuario de la misma, como es: ¡Bien hecho!
- Adicionalmente, se han incorporado acciones reversibles como la opción cerrar partida explicada anteriormente.

Todas estas decisiones de diseño van enfocadas a satisfacer los objetivos y requisitos planteados. Se pueden ver algunos ejemplos de cómo se ha implementado esto en el Apéndice C.

2.2.3. Diseño de la interfaz

A partir de las referencias obtenidas de diversas guías de diseño [22, 11], se han definido una serie de aspectos que se han tenido en cuenta para el diseño de la interfaz. Estos aspectos son los siguientes:

- No se incorporan más de cuatro colores en la misma pantalla.
- Se evita el uso del color rojo para no llevar al usuario a pensar que está realizando algo de manera incorrecta.
- Se ha incorporado contraste entre el fondo y frente en cada pantalla.
- Se combinan las formas y los colores para diferenciar los diferentes objetos presentes en la aplicación.
- Se pretende mantener la consistencia de forma que un mismo elemento aparezca con la misma forma y color en las diferentes pantallas.

Con estas decisiones se pretende satisfacer los requisitos de interfaz, así como lograr una interfaz limpia e intuitiva a la par que llamativa, objetivo perseguido valorando el objetivo de la aplicación y los usuarios de destino. Se pueden ver algunos ejemplos de cómo se ha implementado esto en el Apéndice C.

2.3. Prototipos

Los prototipos sirven, en las primeras fases del proyecto, para deducir los requisitos del sistema a crear. En una fase más avanzada, se utilizan para validar las decisiones tomadas durante las actividades de análisis y diseño. En esta sección se presentan los dos prototipos realizados.

Prototipo de baja fidelidad:

En este caso particular, el prototipo de baja fidelidad realizado consiste en un primer prototipo en papel que trata de asemejarse en la medida de lo posible al juego tradicional de los cuadrados. Con este prototipo se facilitó la educación de requisitos, el diseño de la interfaz del sistema, y además proporcionar una visión inicial del juego. Se puede observar el boceto original en la Figura 2.6.

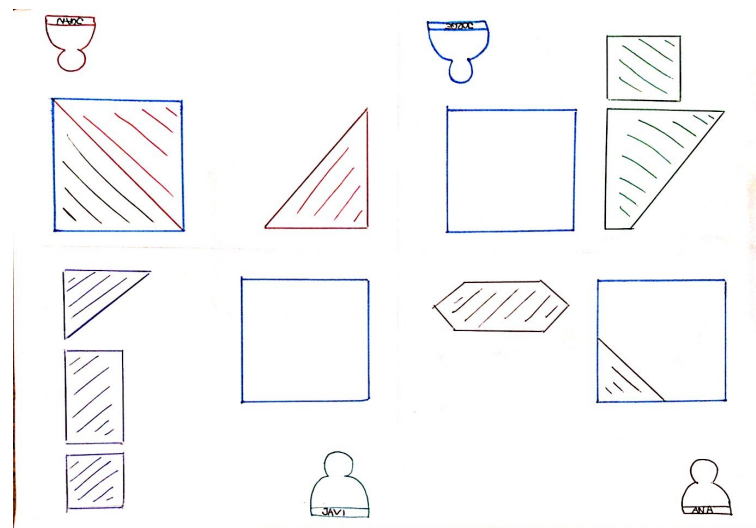


Figura 2.6: Prototipo de baja fidelidad. *Fuente:* Propia.

Prototipos de alta fidelidad:

Los prototipos de alta fidelidad se caracterizan, entre otros, por presentar un aspecto semejante al sistema final, ser totalmente interactivo y tener al completo las funcionalidades de las tareas. Concretamente se ha creado un prototipo capaz de mostrar las funcionalidades del sistema, así como el desplazamiento de las piezas. Éste se ha diseñado para ser utilizado en un ordenador, es decir, en un paso intermedio hasta la instalación del sistema en la mesa multicontacto.

Para obtener retroalimentación sobre las decisiones de diseño (interfaz, interacción y lógica del juego) plasmadas en el prototipo, se han llevado a cabo diversas validaciones de éste.

En primer lugar, mediante una reunión con los usuarios expertos (acta de reunión en Apéndice A.4) se analizó el prototipo y se debatieron posibles mejoras del sistema, y se verificó que de que los requisitos establecidos en la Sección 2.1.4 se están satisfaciendo en ese prototipo. A lo largo de esa reunión se propusieron algunas mejoras de la interfaz, como el cambio de color de las piezas y el fondo, escogiendo colores más vivos y evitando utilizar colores como el rojo. A pesar de hablarse de algunos otros detalles comentados, se concluyó que el funcionamiento a nivel general del sistema era correcto y satisfacía los requisitos establecidos por los expertos.

Adicionalmente, se llevó a cabo la validación del prototipo junto con uno de los usuarios finales del sistema. Para lograr esto, se diseñó una encuesta sobre el prototipo, la cual fue completada por dicho usuario. Se adjunta dicha encuesta en el Apéndice D. De esta encuesta se puede concluir que el usuario final entendía correctamente la dinámica del juego, así como su interacción con el sistema. Sin embargo sería aconsejable modificar los colores del prototipo para lograr un aspecto más atractivo.

La Figura 2.7 muestra el aspecto del prototipo de alta fidelidad diseñado y presentado a las distintas evaluaciones.

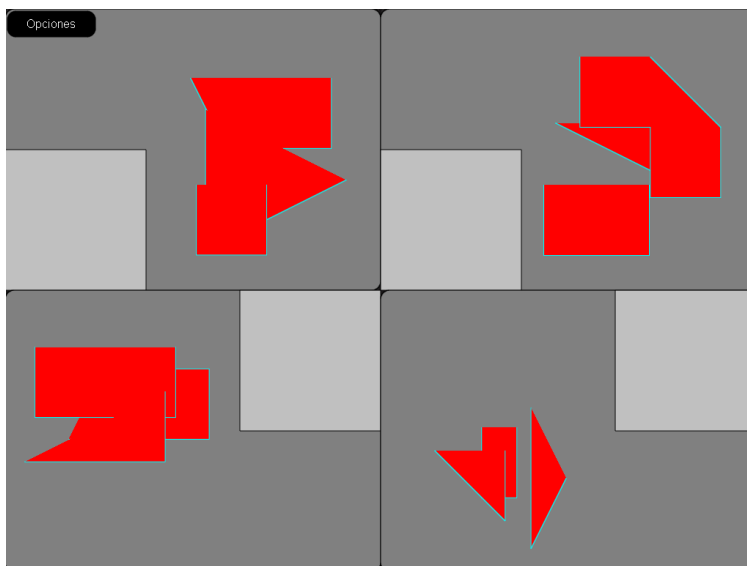


Figura 2.7: Prototipo de alta fidelidad. *Fuente:* Propia.

2.4. Implementación

Una vez validado el prototipo y considerando todas las decisiones de diseño tomadas, se procede a implementar el sistema definido. Para ello se debe escoger el o los lenguajes con los que se desea desarrollar el mismo. A lo largo de este apartado por lo tanto, se analizarán los motivos por los que se eligieron dichos lenguajes y se describirá brevemente la organización seguida en la implementación del proyecto.

Si bien es cierto que la elección del lenguaje debería tratarse en la Subsección 2.1.5.2, donde se hace un análisis de software, se ha decidido incluirla al comienzo de ésta por dos motivos. El primero es que la elección viene condicionada por algunas de las decisiones tomadas durante la etapa de diseño, y el segundo es que con este formato se logra mantener la linealidad temporal del documento.

Librerías y lenguajes:

En base al estudio de las plataformas multitáctiles presentado en el artículo [23], se ha seleccionado la librería MT4j (Multitouch for Java) como base para el desarrollo software. En dicho artículo se presenta esta librería como la más apropiada para el desarrollo de software en el ámbito de sistemas multitáctiles frente a otras más simples como [24, 25] o menos avanzadas como [26].

Una vez seleccionada la librería a utilizar, el lenguaje de programación principal viene impuesto por motivos de compatibilidad. Se trabajará por lo tanto con Java, la única compatible con la librería MT4j.

Las interacciones, o más bien la conexión entre el código de Java y la base de datos de SQL es otra de las decisiones tomadas en la etapa de implementación. Para la consulta y almacenamiento de los datos de la base de datos por parte del código se ha recurrido a la herramienta de mapeo objeto-relacional Hibernate [27].

Entrando en detalle del funcionamiento de esta herramienta, se crean archivos XML que son los encargados de mapear los atributos de la base de datos y las clases u objetos declarados en la aplicación. En ocasiones es necesario hacer uso de anotaciones para indicar propiedades más específicas, como puede ser la propiedad de identidad.

Una de las tareas que justifican la implementación realizada a través de Hibernate ha sido la creación automática de las entidades de Java correspondientes a los objetos detallados en el diagrama entidad-relación de la Figura 2.2 como la clase Jugador o Partida, a partir de la base de datos ya creada.

Esquema de implementación:

Como se ha mencionado anteriormente, se ha llevado a cabo la implementación del juego de Los cuadrados. De igual manera, como ya se ha indicado, se pretende

diseñar un sistema modular que permita la inclusión de forma sencilla de nuevas implementaciones, funcionalidades, interfaces, etc. Esta propiedad, permite adicionalmente mejorar la facilidad de mantenimiento del sistema. Los tres módulos más diferenciados en los que se ha organizado la implementación son:

1. Entidades de la aplicación: véase Pieza, Jugador, etc. Estas clases tienen una relación directa con las tablas de la base de datos. Sin embargo, se han añadido otros atributos a estas entidades necesarios para la implementación.
2. Funcionalidad: Este módulo contiene las funciones responsables de la lógica del juego, como puede ser la comprobación de finalización de un cuadrado.
3. Interfaz: Se refiere a la parte gráfica del sistema o de visualización donde se gestiona la interacción con el usuario principal.

Se puede observar en la Figura 2.8 la división en paquetes utilizada en el proyecto.

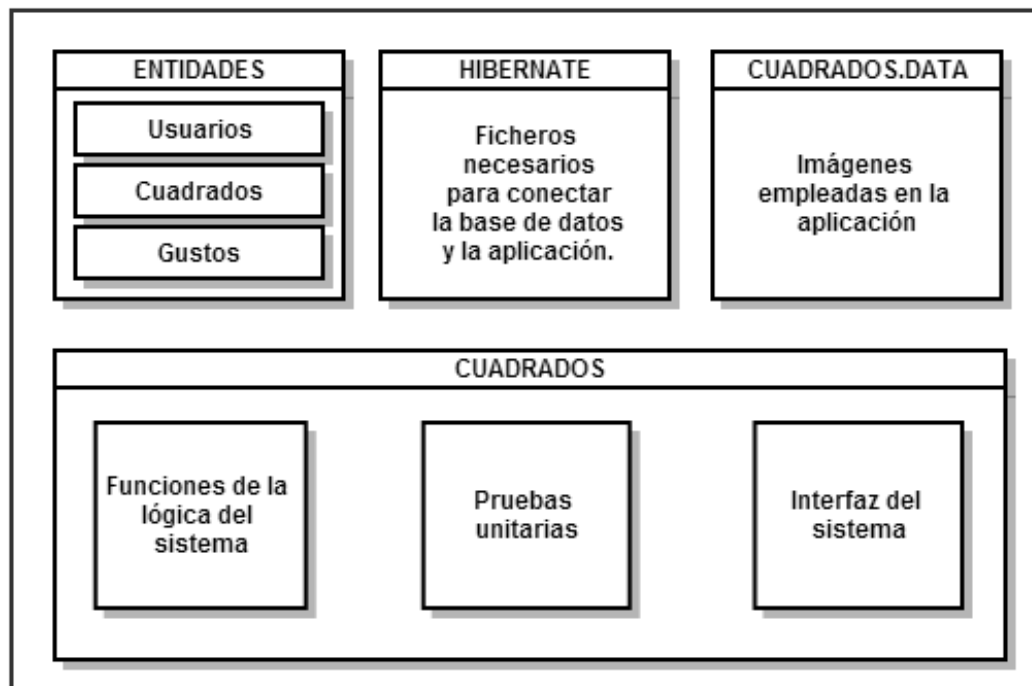


Figura 2.8: Estructura de los paquetes del programa. *Fuente:* Propia.

Una de las mayores dificultades encontradas a lo largo de la implementación del sistema ha sido su configuración, tanto en la inclusión de librerías y ficheros necesarios

como en la instalación de éste en el dispositivo final, debido a la escasa documentación disponible. La mesa disponible para llevar a cabo las pruebas requiere elementos muy poco comunes. Cabe destacar que fue necesario instalar el sistema completo en tres ocasiones hasta dar con el ordenador capaz de comunicarse correctamente con la mesa. Cabe destacar que fue necesario instalar el sistema completo en tres ocasiones hasta dar con el ordenador capaz de comunicarse correctamente con la mesa, ya que ésta requería que el ordenador dispusiese de *firewire400* de 6 pines capaz de transmitir vídeo, lo cual no es nada frecuente y a su vez, prácticamente imposible de reemplazar.

2.5. Conclusiones

Brevemente cabe destacar que al concluir este capítulo se dispone del diseño de un sistema completo, resultante de una etapa de análisis de los diversos aspectos necesarios para ello, así como de una implementación basada en los prototipos desarrollados y validados para uno de los juegos seleccionados.

Capítulo 3

Evaluación de la propuesta

Este capítulo tiene dos claros objetivos: terminar de validar el análisis, diseño, prototipos e implementación llevado a cabo en el Capítulo 2 mediante una serie de pruebas exhaustivas, y llevar a cabo una evaluación real de uso, en la que se probará el sistema en una situación de funcionamiento real con numerosos usuarios de diversas edades, y donde se comprobará en última instancia si se ha alcanzado el objetivo principal del proyecto.

3.1. Pruebas

El objetivo de esta sección es presentar las pruebas que se han llevado a cabo para la comprobación de la funcionalidad del sistema en su totalidad. Las pruebas realizadas han sido: pruebas unitarias, pruebas de integración, pruebas del sistema y pruebas de validación. A continuación, y sin ánimo de ser exhaustivo se analizarán cada una de la pruebas mencionadas, y más concretamente el modo de proceder seguido en cada una y el estado en el que queda el sistema una vez que estas van siendo superadas.

3.1.1. Pruebas unitarias

Estas pruebas tienen como objetivo verificar la correcta funcionalidad y lógica de cada módulo. Para ello se ha creado un módulo extra encargado de llamar a cada una de las funciones de manera individual, haciendo uso de las pruebas denominadas caja blanca para comprobar que la respuesta en cada situación posible coincide con la esperada. Estas pruebas tienen lugar tanto en la fase de implementación como en la de evaluación.

Una vez se lograron superar estas pruebas, se dispone de unos módulos

individuales, robustos y funcionales. Más concretamente, mediante estas pruebas se ha comprobado la correcta satisfacción de todos los requisitos funcionales.

3.1.2. Pruebas de integración

Una vez realizadas las pruebas anteriores, es necesario comprobar que el comportamiento de cada uno de los módulos sigue siendo el correcto tras la unificación de todas las funcionalidades individuales. Para ello se emplean las pruebas de caja negra y así se evalúan las posibles combinaciones de los diferentes módulos. Como resultado de superar estas pruebas se consigue asegurar que no existen errores asociados a la interacción entre los distintos módulos individuales integrados en el sistema. Al igual que en las pruebas anteriores, los requisitos comprobados mediante estas pruebas han sido todos los requisitos funcionales.

3.1.3. Pruebas del sistema

Tras la integración del software y hardware del sistema, es decir, la instalación del proyecto en la mesa multicontacto, y la calibración de la misma, se han llevado a cabo las correspondientes pruebas de sistema. Destacar que la tarea de calibración resulta bastante compleja ya que su funcionamiento es muy dependiente de las condiciones de luminosidad y humedad en las que ésta es inicialmente calibrada, pudiéndose reportar dificultades de interacción si dichas condiciones sufren cambios por traslados o similares. Una vez el sistema ha superado dichas pruebas, se dispone de un sistema con funcionalidad completa sobre el hardware de destino seleccionado previamente.

3.1.4. Pruebas de validación

Estas pruebas se han llevado a cabo comprobando que cada uno de los requisitos incluidos en la Sección 2.1.4 se cumplen, esto es, siguen el comportamiento establecido previamente. Las pruebas se dividieron al igual que se estructura el análisis de los requisitos: funcionales y no funcionales. Una vez concluidas y superadas estas pruebas, se puede asegurar que el sistema disponible cumple tanto a nivel de robustez como de funcionalidad y requisitos con el resultado de las etapas de análisis y diseño (véanse Secciones 2.1 y 2.2). Más concretamente, mediante estas pruebas se ha comprobado que se cumplen los requisitos no funcionales de interacción, interfaz, fiabilidad, rendimiento y funcionalidad.

3.2. Pruebas con usuarios reales

Las pruebas del sistema final con usuarios reales son el último paso en este proceso de desarrollo (en el más amplio sentido de la palabra) de software. Si bien es cierto que las pruebas llevadas a cabo en la Sección 3.1 han verificado que los requisitos del sistema se han cumplido correctamente, se requieren dos tipos de pruebas con usuarios reales antes de considerar el proceso de pruebas finalizado. En primer lugar, ciertos parámetros del sistema basan su ajuste en criterios de los expertos y en criterios empíricos. Se realizarán unas pruebas, llamadas de ajuste, para tal fin. En segundo lugar, el objetivo final de este proyecto es el de dar soporte a la interacción de los usuarios con los juegos mediante la tecnología de dispositivos multitáctiles así como el de almacenar datos útiles de estas interacciones para los expertos. Por tanto, la segunda prueba será una de funcionamiento real llevada a cabo en un entorno real y con usuarios reales. Finalmente, se pasará un cuestionario de satisfacción a los usuarios que participaron en la prueba anterior, como medio de obtener retroalimentación y detectar posibles mejoras a incluir.

3.2.1. Pruebas de ajuste

Se ha diseñado un sistema en el que solo se presentan parámetros en uno de los bloques del diseño, el sistema adaptativo (véase Subsección 2.2.1.3). La necesidad de realizar pruebas de ajuste viene motivada por la amplia variabilidad de los usuarios y los escasos *datasets* de pruebas de usuarios frente a juegos similares al implementado. Por estas dos causas se ha decidido llevar a cabo un ajuste empírico, guiado por expertos, mediante pruebas con grupos de usuarios reales, frente a ajustes teóricos o basado en datos no extraídos en similares condiciones. A partir de las observaciones propias y las realizadas por los usuarios finales y expertos, se ajustaron los parámetros a la configuración final presentada.

3.2.2. Pruebas de funcionamiento real

En esta sección se presentan las pruebas de funcionamiento final del sistema. Posteriormente se presentarán los datos obtenidos. Más concretamente, esta subsección se estructurará en: el *framework* de evaluación, el formato de la evaluación y los datos y medidas obtenidas.

3.2.2.1. *Framework* de evaluación

Lugar: C.E.I.P. Príncipe de Asturias.

Usuarios finales: Niños de educación primaria del C.E.I.P. Príncipe de Asturias. 52 alumnos de 3 cursos distintos.

Usuarios expertos: La persona responsable de las pruebas: Julia Llanos Alonso, acompañada de evaluadores externos al colegio.

Fecha: Días 11, 12 y 13 de Junio de 2014 entre las 13 y 15 horas.

Duración: Estimación de 15 minutos/grupo

Planificación de grupos: Por motivos de privacidad, se seguirá la nomenclatura: Nxxxx. N representa “niño”, xxxx el identificador.

11/06/2014	G1 (3º): N0001-N0004	G2 (3º): N0005-N0008				
12/06/2014	G3 (4º): N0009-N0012	G4 (3º): N0013-N0016	G5 (3º): N0017-N0020	G6 (1º): N0021-N0024	G7 (1º): N0025-N0028	
13/06/2014	G8 (4º): N0029-N0032	G9 (3º): N0033-N0036	G10 (3º): N0037-N0040	G11 (3º): N0041-N0044	G12 (3º): N0045-N0048	G13 (1º): N0049-N0052

Tabla 3.1: Tabla de planificación de grupos. GX: número de grupo, (Xº): curso de los alumnos. *Fuente:* Propia.

3.2.2.2. Plan de evaluación

El objetivo de esta evaluación es comprobar que el sistema probado es funcional en el último nivel, esto es, para el usuario final. Se pretende verificar lo observado con las pruebas, pero esta vez con usuarios reales. Por lo tanto, el plan de evaluación irá orientado a llevar a cabo una situación de funcionamiento real del sistema.

Estos resultados serán captados tanto por la mesa (automáticamente) como por los evaluadores participantes como observadores en la sesión.

Algunos de los elementos que se quieren almacenar, por estar directamente relacionados con los objetivos fundamentales del proyecto desde el punto de vista de las habilidades adaptativas de los niños son:

- Las puntuaciones de cada jugador, para poder analizar su evolución en un futuro, así como los datos requeridos para ello (véase Subsección 2.2.1.3).
- La dificultad de cada partida, para estudiar la evolución del sistema adaptativo, así como los datos requeridos para ello (véase Subsección 2.2.1.3).
- El cumplimiento o no de las normas.

- La duración de la partida y otros tiempos.
- El registro de los movimientos, de su número y de la puntuación de cada uno por cada participante.

Para poder realizar todas estas observaciones, se diseñó un plan de evaluación que consta de dos secciones: el proceso de evaluación, esto es, los pasos a seguir en cada prueba, y las medidas de los evaluadores, donde se diseñaron unas plantillas de medición para que éstos tomaran una serie de datos determinados. A continuación se describe el plan completo.

Proceso de evaluación Para la realización de la evaluación con cada uno de los grupos se siguieron estos pasos:

1. La responsable se encarga de explicar de palabra al grupo las normas del juego. No se indica en ningún momento la posibilidad de ceder las piezas a los compañeros.
2. Se crea una nueva partida escogiendo los componentes del grupo. La modalidad correspondiente a esta partida es jugar todos a la vez.
3. Avanza la partida regulada por la responsable mientras los evaluadores anotan todos los tiempos, mediciones y observaciones establecidas en el plan de pruebas. A lo largo de esta partida los usuarios finales deben darse cuenta de la necesidad de intercambiar piezas.
4. Tras la finalización de la misma, se presiona sobre la opción de repetir partida, con la diferencia de que esta vez su modalidad será por turnos, es decir, en cada turno el jugador actual podrá mover una de sus piezas o bien a otra zona de la región del mismo, o bien cedérsela a otro jugador colocándola en su región.
5. Una vez acabada esta segunda partida se anuncia a los participantes quién ha sido el jugador más colaborativo (subjetivamente y decidido por los evaluadores) para analizar su reacción en la siguiente partida.
6. De nuevo se genera otra partida con los mismos jugadores, pero esta vez empleando la modalidad de jugar todos a la vez.
7. Tras acabar esta partida se da por finalizada la sesión de pruebas correspondiente a ese grupo.

Se puede observar la plantilla proporcionada a cada evaluador para cada una de las partidas de los diferentes grupos en el Apéndice E.

3.2.2.3. Resultados

Los resultados, al igual que los usuarios del proyecto, presentan una doble vertiente. Por una parte, se pretende facilitar a los usuarios expertos información de cómo los usuarios se han desenvuelto durante el juego, esto es, proporcionar medidas y datos que mediante el sistema es posible adquirir y que incrementan las posibilidades de análisis que tendría el experto o evaluador por sus propios medios. Por la otra parte, el sistema no es sino la implementación de un juego interactivo de AC, por lo que los resultados a nivel de interés, participación y opiniones por parte de los usuarios finales sobre la interacción, la interfaz, y sobre cualquier otro aspecto del juego, también resultan relevantes. Esta subsección se organizará pues en estos dos puntos citados.

Información para los expertos Para ilustrar la información que se puede proporcionar a los expertos a partir de las interacciones de los usuarios, se van a incluir resultados de las evaluaciones de dos de los trece grupos que fueron evaluados. El objetivo de este apartado es mostrar qué datos tienen disponibles los usuarios expertos una vez ha concluido el proceso de AC por parte de los alumnos. Para ello, se clasificarán los datos según la característica medida: tiempo, movimiento o relación, y posteriormente se incluirá un diagrama conjunto que pueda dar una idea visual y rápida de la participación del usuario.

Datos temporales:

De todos los resultados que se pueden tomar en relación con el tiempo, algunos de los más relevantes serán el tiempo empleado en observar la necesidad de intercambiar piezas y el tiempo invertido por cada usuario en resolver su cuadrado. Si bien el primer dato aporta menos información sobre los usuarios en concreto, y más del razonamiento en grupo, el segundo tipo de dato puede dar una idea del nivel de colaboración (en términos de cuánto les cuesta colaborar para terminar los cuadrados) y de su agilidad interactuando con el juego.

En la Figura 3.1, se pueden observar los tiempos empleados por los usuarios del grupo 3 en resolver tres partidas distintas consecutivas. Se presentan los tiempos de cada usuario (eje y) respecto a un identificador de partida. Entre la primera y la segunda partida se puede observar que el tiempo que tardan en resolver los cuadrados en algunos casos es mayor y en otros menor. Esto puede deberse a que en la primera partida todavía no conocían la clave para resolver el juego (compartir), mientras que en la segunda pese a sí conocerse, la modalidad por turnos puede llevar a los usuarios a tardar más. Con respecto a la tercera partida, se puede observar que el tiempo

baja radicalmente, dado que ya juegan todos a la vez. En la Figura 3.2 se muestra una gráfica similar, correspondiente al grupo 4. En este caso se observa que a todos los usuarios les costó más el comienzo (sin conocer el truco del juego) que jugar por turnos, y esto a su vez supuso menos tiempo que cuando volvieron a jugar todos a la vez.

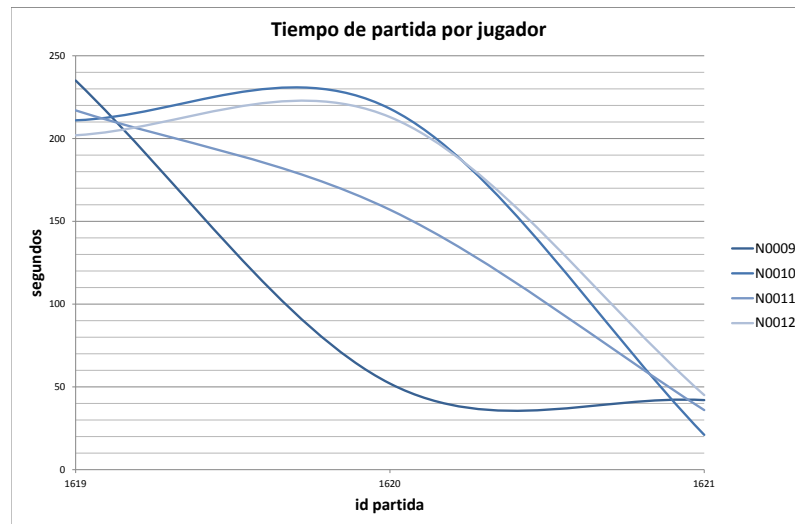


Figura 3.1: Gráfica de los tiempos empleados por los usuarios del grupo 3 en la resolución de tres partidas consecutivas. *Fuente*: Propia.

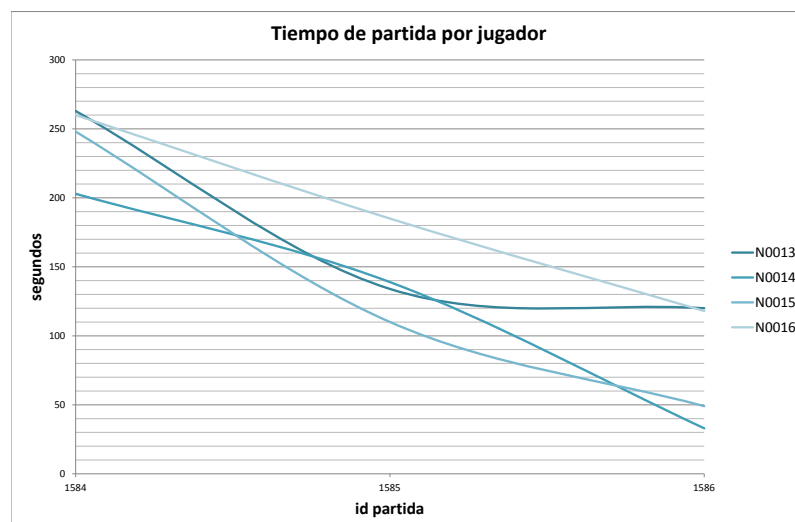


Figura 3.2: Gráfica de los tiempos empleados por los usuarios del grupo 4 en la resolución de tres partidas consecutivas. *Fuente*: Propia.

A partir de estas gráficas los expertos pueden extraer numerosas conclusiones. En particular, se quiere destacar cómo el tiempo empleado en la resolución de la partida disminuye con la mejora de las habilidades. En una posible siguiente partida, dado que la anterior se ha resuelto en un tiempo breve, la parte adaptativa del sistema subiría la dificultad y en consecuencia lo harían también los tiempos empleados en resolver los cuadrados. El hecho de jugar por turnos la segunda partida hace que los resultados en el aspecto de tiempo empleado no sean lo suficientemente bueno para observar este efecto de la adaptación en la tercera partida.

En la etapa por turnos, como se observará cuando se analicen los movimientos, es la que permite diferenciar mejor aquellos usuarios menos colaborativos o con mayores dificultades de socialización e integración. En este caso, ésto se refleja en que estos individuos, al recibir menos ayuda serán con mayor probabilidad los que más tiempo empleen en resolver el cuadrado.

Datos de movimientos:

La presentación de los datos de movimiento, debido a sus muy diversas interpretaciones y relaciones a establecer desde ellas, será en un formato de gráfica sustentado por una tabla. En gráfica (ver Figura 3.3 y Figura 3.4), se observan los movimientos de cada usuario en cada una de las tres partidas de estudio. Estas barras, con el total de los movimientos realizados por un usuario, presentarán hasta cuatro colores asociados a unos valores, cada uno de ellos relacionados con un tipo de movimiento descritos en la Subsección 2.2.1.1.

Este tipo de gráfica facilita la visualización de los usuarios más participativos (por ejemplo N0009), los que menos (por ejemplo N0011), quienes se fijaron en los movimientos que eran necesarios realizado un gran número de movimientos correctos (por ejemplo N0016), etc. También permite detectar casos extremos de usuarios que den muchas piezas sin fijarse en lo que hacen (invalidar ese resultado).

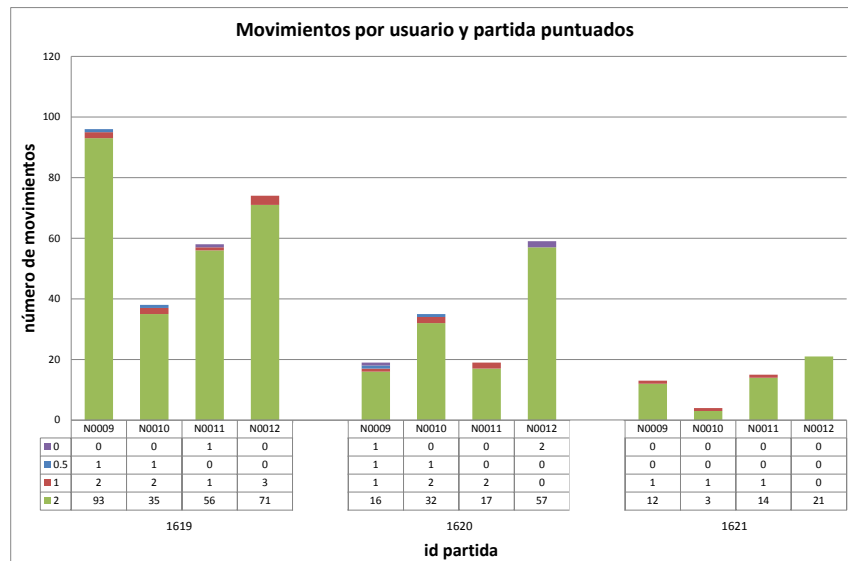


Figura 3.3: Movimientos totales de cada usuario del grupo 3 en cada partida. Desglose de éstos en colores y numérico según los criterios de evaluación del movimiento.
Fuente: Propia.

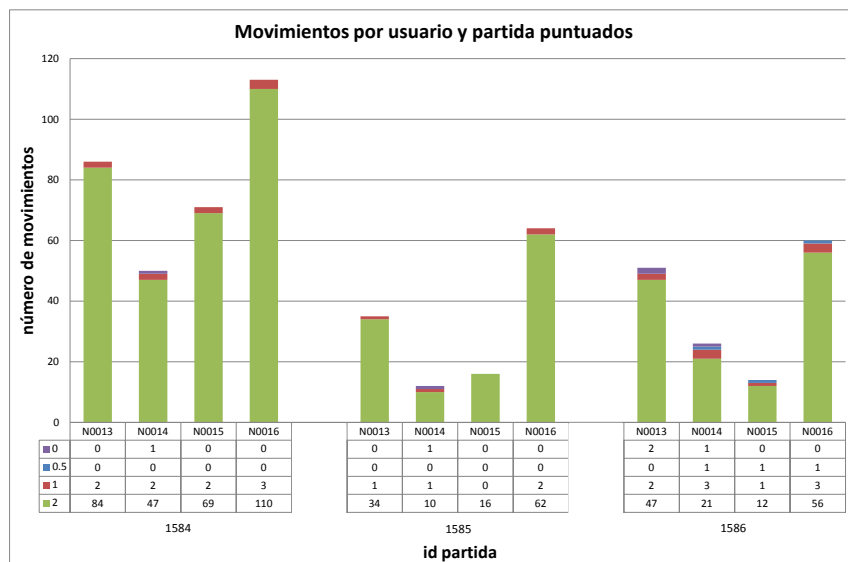


Figura 3.4: Movimientos totales de cada usuario del grupo 4 en cada partida. Desglose de éstos en colores y numérico según los criterios de evaluación del movimiento.
Fuente: Propia.

Datos de relaciones entre usuarios:

La extracción de relaciones entre los usuarios es un tema más complejo que la simple visualización de datos. Sin embargo, en base a unas pautas recibidas de los expertos, se muestra a través de la Figura 3.5, un ejemplo de la información que se pueden extraer y de su posible representación en formato de grafo.

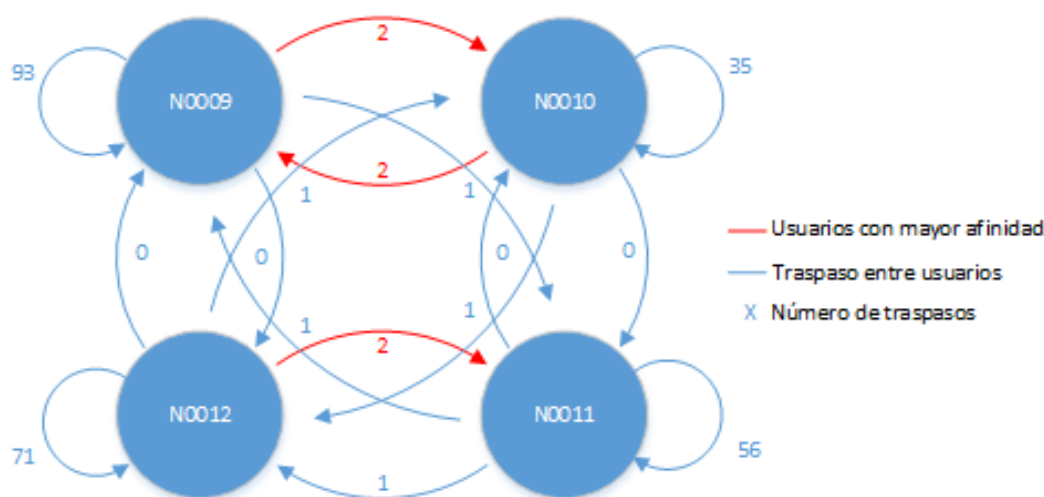


Figura 3.5: Grafo de la primera partida del grupo 3. Número de movimientos de piezas entre usuarios. Usuarios de mayor afinidad a cada uno resaltados en rojo. *Fuente:* Propia.

A partir de este tipo de información también se puede observar qué usuarios dan y reciben menos piezas, cuales son los más colaborativos y cuales los menos, así como las posibles relaciones de afinidad entre los usuarios.

Overall:

Más allá de los detalles evolutivos que se puedan extraer a partir de los datos mostrados en esta sección, también se pretende dar la posibilidad a los usuarios expertos de valorar el estado de cada usuario en una partida concreta. Para ello se ha desarrollado una representación intuitiva (ver Figura 3.6) que evalúa los siguientes cuatro parámetros:

- Tiempo total empleado en resolver su cuadrado: puesto que se pretende establecer la relación más=mejor para la representación posterior, los datos se

normalizarán¹ y se presentará como $1 - \text{Tiempototalnormalizado}$.

- Movimientos totales para resolver el cuadrado: de igual modo que el punto anterior, se normalizarán los resultados y se presentarán como $1 - \text{Movimientostotales}$.
- Recepciones de piezas: de nuevo normalizado, aquellos usuarios con mayor número de piezas recibidas serán valorados positivamente, por lo que la representación será sin invertir.
- Traspaso de piezas: de igual modo que el punto anterior, se considera positivo traspasar más piezas, pese a que estos traspasos puedan ser erróneos, salvo que el porcentaje de traspasos erróneos sea demasiado alto, en cuyo caso se podría interpretar que el usuario no se está fijando en las necesidades concretas de sus compañeros, o encuentra especial dificultad en este juego. Sea cual sea la causa, poder detectar estos casos mediante las gráficas puede ser útil para los expertos.

Un ejemplo de la comparativa entre dos usuarios con este sistema es el mostrado en la Figura 3.6.

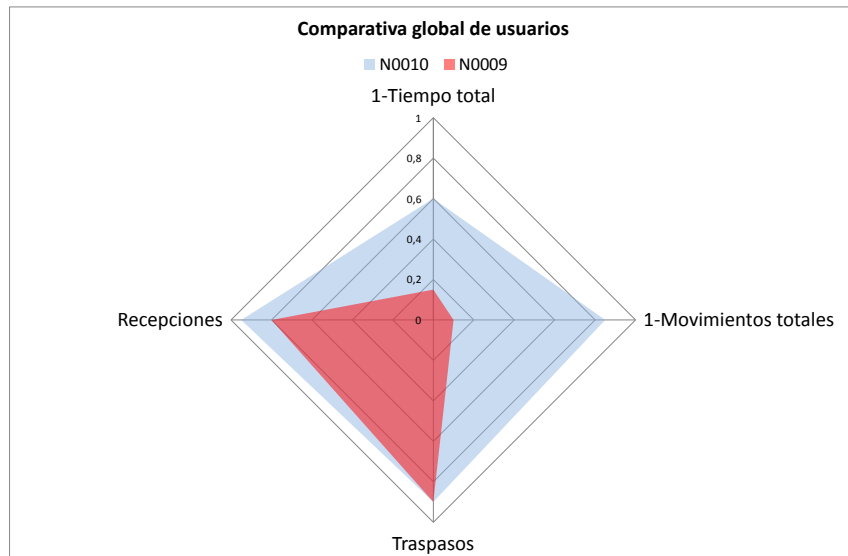


Figura 3.6: Gráfico de Kiviati de la puntuación de los dos usuarios respecto a los citados aspectos. Mayor área usuario con mejores aptitudes. *Fuente:* Propia.

¹Se normalizará por el máximo de ese parámetro concreto obtenido por ese grupo durante las diversas partidas

Resultados de usuarios finales Los usuarios finales muestran resultados intangibles en esta ocasión, pues no resulta posible medir la mejoría de los usuarios en sus habilidades cognitivas sin el análisis de los datos de la sección anterior. Sin embargo, como resultado de la evaluación de estos usuarios se incluirán medidas más subjetivas, las cuales fueron captadas por los evaluadores presentes. Estos resultados se clasificarán en: anotaciones de comportamiento y *feedback* de los usuarios. Finalmente, se aportan muestras visuales de las pruebas.

Anotaciones de comportamiento:

A continuación se detallan algunas observaciones relacionadas con el comportamiento de los usuarios finales durante las pruebas. Para ello se han añadido dos grupos más al conjunto de usuarios estudiado.

Normas: A lo largo de las pruebas se ha observado que, en general, a los niños les resulta complicado cumplir las normas establecidas (no hablar durante la partida y no quitar las piezas a los compañeros) debido a la impaciencia de estos por resolver los cuadrados.

El equipo que mejor ha respetado las normas ha sido el grupo 3. Salvo el jugador N0012, el resto del equipo ha resultado un modelo a seguir.

Justamente se ha observado en el jugador N0012 una pequeña dificultad para comprender las normas y pasos a seguir.

Conducta: Durante las pruebas del grupo 6 se ha podido ver una conducta poco favorable entre los componentes del mismo. El jugador N0023 no cesaba de acusar al jugador N0024 de realizar movimientos incorrectos. Esto ocasionó una situación incómoda para el usuario N0024.

Por otra parte, se pudo observar la influencia de las relaciones sociales en la interacción de los participantes del grupo 8. Por ejemplo, el usuario N0029 cedió su pieza al jugador N0031 sabiendo que la única persona que necesitaba piezas en ese momento era el usuario N0032.

Colaboración: A lo largo de estas pruebas se puede diferenciar claramente dos actitudes presentes en los jugadores.

Por una parte están aquellos usuarios que anteponen la resolución de su cuadrado ante el resto de jugadores y, sabiendo que algún jugador está a la espera de alguna de sus piezas, hacen todo lo posible por formar su cuadrado primero. De hecho se ha dado el caso en el que en una partida por turnos, un jugador que únicamente podía ceder sus piezas a los compañeros, ha preferido pasar de turno con tal de no ceder sus piezas.

Por otra parte se encuentran los usuarios contrarios a estos, es decir, aquellos que a pesar de poder realizar movimientos en su propia región, ceden en primer lugar sus

piezas a los compañeros. Un ejemplo de esto es el usuario N0040 del grupo 10. Se considera de interés anotar que, en partidas cuya modalidad es por turnos, parece más sencillo extraer observaciones de esta categoría.

Feedback de los usuarios:

Finalmente se adjuntan algunas de las frases más llamativas de los usuarios finales que pueden dar lugar a extraer conclusiones.

- Durante la búsqueda de los participantes de las pruebas del grupo 8 el usuario N0032 ejercía una alta resistencia a la realización de las mismas, manifestando preocupación por qué pasaba si no le gustaban. Sin embargo, a lo largo de las pruebas el usuario comentó de forma espontánea: “¡Esto es muy divertido! ¡No me imaginaba yo eso al principio!”.
- Un ejemplo de alguna frase que mostrase la falta de colaboración de algunos participantes es la siguiente (también dicha de manera espontánea): “No quiero darle la pieza a él porque a mí no me sirve de nada dársela”.
- Durante las partidas, en ocasiones algunos jugadores decían frases como: “No puedo, ¿me ayudas?”. En este caso se referían a problemas para mover las piezas, debido a la posición de los dedos y la mano sobre la mesa.

Muestras visuales:

A continuación se muestran una serie de fotografías tomadas durante las pruebas con usuarios finales. La Figura 3.7 muestra la mesa durante la explicación del funcionamiento del juego por parte de la responsable. En la Figura 3.8 se puede observar dos ejemplo de la interacción de los usuarios con el juego. La Figura 3.9 muestra las imágenes que van apareciendo cuando se van resolviendo los cuadrados individuales. Por último, la Figura 3.10 muestra el aspecto de la mesa cuando se logra terminar con éxito la partida.



Figura 3.7: Explicación del juego a los usuarios. *Fuente:* Propia.

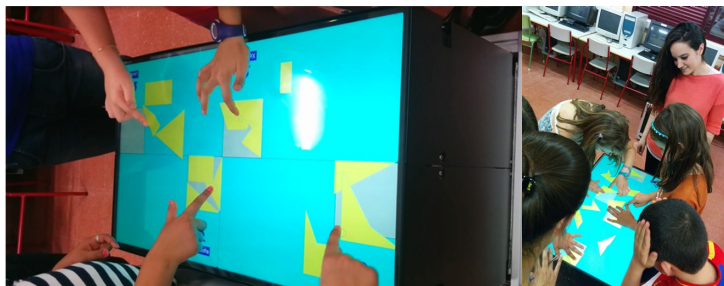


Figura 3.8: Interacción de los usuarios finales con el juego. *Fuente:* Propia.

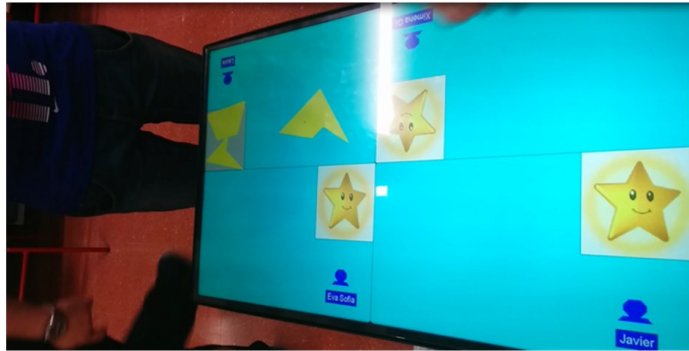


Figura 3.9: Imagen de la resolución de algunos de los cuadrados de la partida. *Fuente:* Propia.



Figura 3.10: Aspecto de la mesa al concluir con éxito la resolución de los cuatro cuadrados. *Fuente:* Propia.

3.2.3. Encuestas de satisfacción

Estas encuestas se llevaron a cabo al finalizar todas las pruebas y evaluaciones previas del sistema. Involucra a los usuarios finales una vez que éstos han podido interactuar con el sistema. Para ello se les ha realizado una encuesta de satisfacción. Estos documentos se pueden localizar en el Apéndice F. También se recibió realimentación de los usuarios expertos, aunque de manera más continuada y sin necesidad de encuestas. Una vez éstas se llevaron a cabo, se pudo concluir que tanto usuarios finales como expertos estaban mayoritariamente agradados con la propuesta, diseño e interactividad del sistema presentado.

Aunque los porcentajes de las respuestas para cada pregunta se muestran en dicho apéndice, cabe destacar la exitosa comprensión de las reglas del juego, el objetivo colaborativo, así como los elementos mostrados en la mesa. Un problema expuesto en las respuestas fue la dificultad de arrastrar las piezas, cuyo motivo ya se explicó en este capítulo. Sin embargo, se puede deducir de estas preguntas que los usuarios finales han disfrutado de la experiencia, sin aburrirse ni cansarse durante las pruebas, y finalizaron con ganas de hablar de ello con todos sus compañeros. Los usuarios finales muestran además que han disfrutado cediéndose las piezas durante el juego e incluso las ganas de repetir la experiencia. Las respuestas a las preguntas del cuestionario ponen de manifiesto que los usuarios finales están muy satisfechos con los aspectos de interacción, interfaz, y con el juego en su conjunto.

Capítulo 4

Conclusiones y trabajo futuro

4.1. Conclusiones

Este proyecto tenía como objetivo diseñar e implementar un sistema que diese soporte a la realización de actividades lúdicas colaborativas para fomentar el desarrollo de habilidades adaptativas como la socialización o la integración, mediante el uso de la tecnología de dispositivos multitáctiles. Además, se planteaba la necesidad de dar soporte a los educadores, facilitándoles la recogida de información sobre las acciones e interacciones entre los niños para poder extraer conclusiones a partir de dicha información. Este objetivo, así como cada uno de los objetivos parciales presentados en la Sección 1.2, se han satisfecho adecuadamente. A continuación se describen las consecuencias de alcanzar los objetivos así como una descripción de cómo se han logrado alcanzar.

Primeramente, se ha llevado a cabo un análisis de los usuarios del sistema y de las características que han de presentar las actividades lúdicas colaborativas para fomentar el desarrollo de las habilidades de socialización e integración. Como resultado de dicho análisis, se seleccionaron los mejores juegos para el contexto del trabajo, se analizaron las tareas que estos debían cumplir, los requisitos del sistema y las tecnologías a utilizar. Se decidió que los juegos más acertados eran: el juego de **Los cuadrados** y el juego de **Los gustos**. Un objetivo de cara al futuro fue el de diseñar un sistema modular, que permitiese la inclusión de nuevas actividades o juegos en el mismo sistema de manera sencilla. Por lo tanto, se diseñó el sistema para dar soporte a ambos juegos. Posteriormente, el primero de ellos se llevó a la fase de implementación y evaluación. Durante las actividades de análisis y diseño, se desarrollaron prototipos para validar los requisitos y el diseño del sistema (lógica, interacción e interfaz) con usuarios expertos y finales.

Como conclusión de este proceso, se definió un sistema centrado en el usuario y capaz de proporcionar adaptación en los juegos mostrados a los usuarios. Se eligió la tecnología más adecuada para tal propósito.

El objetivo de despertar el interés en los usuarios finales se recogió en parte mediante el diseño de una interfaz minimalista, donde se trató de facilitar al usuario, en la medida de lo posible, la comprensión de la interacción con la mesa.

A continuación se pasó a la implementación del sistema haciendo uso del lenguaje Java, la librería MT4j y la herramienta de mapeo objeto-relacional Hibernate, utilizando Microsoft SQL Server para el manejo de las bases de datos.

Sobre la implementación se quiere destacar que se logró dar una solución muy flexible, debido a la definición de forma genérica de los elementos del juego, y a la generación dinámica de las partidas. Cada vez que se genera una nueva partida, se calcula la dificultad que debe tener la partida en función de las necesidades de los usuarios y se configura ésta a partir de la dificultad resultante.

Además se tratan los cuadrados como conjunto de piezas, donde éstas se definen mediante vértices y por tanto se puede llegar a utilizar una cantidad inmensa de cuadrados con tan solo modificar un poco uno de los vértices.

Finalmente, se realizaron pruebas unitarias, de integración, del sistema, de validación y pruebas con los usuarios finales donde se incluyeron tanto las pruebas de ajuste como de funcionamiento real, satisfaciendo así el último de los objetivos específicos planteado inicialmente.

Como conclusión del proceso expuesto, se ha obtenido un sistema completo, adaptativo y centrado en el usuario, y que permite a los expertos obtener datos de los usuarios finales que no podrían obtener de manera sencilla haciendo uso de los medios de los que habitualmente disponen, cumpliéndose todos y cada uno de los objetivos específicos establecidos inicialmente.

Adicionalmente se ha logrado crear un sistema que pretende incrementar la motivación de los usuarios finales hacia actividades que fomenten la adquisición de las habilidades mencionadas. Los resultados de las pruebas realizadas hasta el momento indican que los niños desean volver a jugar a ese mismo juego, y a otros (si estuvieran disponibles) a través de la mesa.

Con respecto a los resultados de dichas pruebas, a pesar de que la influencia que el sistema tiene en la socialización e integración de los niños se debe observar a largo plazo la satisfacción de los niños con el sistema (en cuanto a la interacción, interfaz, el juego en sí, etc.) es muy alta. Estos resultados sugieren el potencial de su uso en un

futuro entorno real. De hecho, está previsto volver a llevar la mesa al C.E.I.P. Príncipe de Asturias para que todos los niños cuyas familias hicieron llegar las autorizaciones en el último momento puedan jugar.

4.2. Trabajo futuro

El proyecto llevado a cabo deja tras de sí un sistema completo para la integración de algoritmos dentro de la mesa multicontacto. Este sistema será la base sobre la que se podrán implementar otros juegos o aplicaciones a ejecutarse sobre dicha mesa. Un ejemplo concreto sería la implementación del juego de Los gustos, para el cual no solo está el sistema base, sino que también se realizó el diseño de la base de datos.

Si bien ésta es una de las principales líneas de trabajo futuro del proyecto, a continuación se presentan algunas de las mejoras posibles centradas en el sistema en sí mismo:

1. Mejoras del sistema

- a) Determinar nuevas vías de adaptabilidad del sistema para favorecer los objetivos propuestos. Se propone incluir parámetros relacionados con la evolución temporal de los usuarios (desde el punto de vista de las habilidades de socialización e integración) para lograr una adaptación más precisa.
- b) Exportar alguna de las operaciones del programa a la base de datos en forma de *triggers* o vistas para mejorar aun más el rendimiento del sistema en aspectos de eficiencia.

2. Nuevas funcionalidades

- a) Implementación de un módulo encargado de mostrar a los expertos las estadísticas y resultados de las pruebas en la propia mesa. Se podría ofrecer una interfaz con un menú mediante el cual los expertos pudieran seleccionar la información que quisieran visualizar y el formato para dicha visualización, combinando distintas variables para facilitar la exploración de los datos y el análisis de los resultados.
- b) Implementación de la gestión de usuarios. Se considera conveniente mostrar a los administradores o responsables de los usuarios finales un panel de gestión de usuarios donde puedan incorporar nuevos usuarios y modificar los datos de los ya existentes sin tener que trabajar a bajo nivel para ello.

Para finalizar, se concluye que éste proyecto abre las puertas de nuevos trabajos sobre la mesa multicontacto, camino que podrá ser allanado con la mejora e inclusión de nuevas funcionalidades en el sistema actual.

Bibliografía

- [1] C. Dondi and M. Moretti, “A methodological proposal for learning games selection and quality assessment,” *British Journal of Educational Technology*, vol. 38, no. 3, pp. 502–512, 2007.
- [2] S. C. Wortham, *Early childhood curriculum: Developmental bases for learning and teaching*. Merrill/Prentice Hall, 2002.
- [3] M. P. Driscoll and A. Vergara, “Nuevas tecnologías y su impacto en la educación del futuro,” *Pensamiento educativo*, vol. 21, 1997.
- [4] P. Dillenbourg, “What do you mean by collaborative learning?,” *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches.*, pp. 1–19, 1999.
- [5] M. J. Cava and G. Musitu, “Perfil de los niños con problemas de integración social en el aula,” *Revista de Psicología Social*, vol. 15, no. 3, pp. 319–333, 2000.
- [6] M. J. Cava and G. M. Ochoa, “Autoestima y percepción del clima escolar en niños con problemas de integración social en el aula,” *Revista de psicología general y aplicada: Revista de la Federación Española de Asociaciones de Psicología*, vol. 54, no. 2, pp. 297–311, 2001.
- [7] R. Zarin and D. Fallman, “Through the troll forest: exploring tabletop interaction design for children with special cognitive needs,” in *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 3319–3322, ACM, 2011.
- [8] P. Dillenbourg, S. Järvelä, and F. Fischer, “The evolution of research on computer-supported collaborative learning,” in *Technology-enhanced learning*, pp. 3–19, Springer, 2009.
- [9] P. Dillenbourg and M. Evans, “Interactive tabletops in education,” *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, vol. 6, no. 4, pp. 491–514, 2011.
- [10] S. Rosado, D. Roldán, E. Martín, P. A. Haya, M. García-Herranz, A. S. Alonso, and M. L. Berdud, “Actividades educativas en mesas multicontacto para alumnos con discapacidad intelectual,”
- [11] T. G. i Saltiveri, J. L. Vidal, and J. J. C. Delgado, *Diseño de sistemas interactivos centrados en el usuario*. Editorial UOC, 2011.

- [12] R. De Lemos, H. Giese, H. A. Müller, M. Shaw, J. Andersson, M. Litoiu, B. Schmerl, G. Tamura, N. M. Villegas, T. Vogel, *et al.*, “Software engineering for self-adaptive systems: A second research roadmap,” in *Software Engineering for Self-Adaptive Systems II*, pp. 1–32, Springer, 2013.
- [13] P. Oreizy, M. M. Gorlick, R. N. Taylor, D. Heimbigner, G. Johnson, N. Medvidovic, A. Quilici, D. S. Rosenblum, and A. L. Wolf, “An architecture-based approach to self-adaptive software,” *IEEE Intelligent systems*, vol. 14, no. 3, pp. 54–62, 1999.
- [14] J.-W. Strijbos, R. L. Martens, and W. M. Jochems, “Designing for interaction: Six steps to designing computer-supported group-based learning,” *Computers & Education*, vol. 42, no. 4, pp. 403–424, 2004.
- [15] P. Dillenbourg, “Over-scripting cscl: The risks of blending collaborative learning with instructional design,” *Three worlds of CSCL. Can we support CSCL?*, pp. 61–91, 2002.
- [16] D. W. Johnson, R. T. Johnson, and M. B. Stanne, “Cooperative learning methods: A meta-analysis,” 2000.
- [17] A. Silberschatz, H. F. Korth, S. Sudarshan, F. S. Pérez, A. G. Cordero, and J. C. Fernández, *Fundamentos de bases de datos*. McGraw-Hill, 2002.
- [18] S. d. B. de Datos, “Sistemas de archivos,”
- [19] R. Dewson, *Beginning SQL Server 2008 for Developers*. Springer, 2008.
- [20] A. MySQL, “Mysql,” 2001.
- [21] K. Douglas and S. Douglas, *PostgreSQL: a comprehensive guide to building, programming, and administering PostgreSQL databases*. SAMS publishing, 2003.
- [22] D. J. Mayhew, *Principles and guidelines in software user interface design*. Prentice-Hall, Inc., 1991.
- [23] U. Laufs, C. Ruff, and J. Zibuschka, “Mt4j-a cross-platform multi-touch development framework,” *arXiv preprint arXiv:1012.0467*, 2010.
- [24] T. E. Hansen, J. P. Hourcade, M. Virbel, S. Patali, and T. Serra, “Pymt: a post-wimp multi-touch user interface toolkit,” in *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*, pp. 17–24, ACM, 2009.
- [25] W. A. König, R. Rädle, and H. Reiterer, *Squidy: a zoomable design environment for natural user interfaces*. ACM, 2009.
- [26] D. Roldán-Álvarez, E. Martín, P. A. Haya, M. García-Herranz, A. Sánchez-Alonso, and M. L. Berdud, “Proyecto dedos: Actividades educativas interactivas orientadas a superficies multicontacto,”
- [27] C. Bauer and G. King, “Hibernate in action,” 2005.

Apéndice A

Actas de reunión

A continuación se van a presentar las actas de todas las reuniones llevadas a cabo como soporte en el desarrollo de este proyecto con los expertos del C.E.I.P. Príncipe de Asturias.

A.1. Reunión 1

**ACTA DE REUNIÓN**

Asunto: Permisos de pruebas sobre usuarios

Fecha: 07/10/2013

Ubicación: Colegio Público Príncipe de Asturias

Hora inicio	12:00	Hora fin	13:00
--------------------	-------	-----------------	-------

Asistentes	
Nombre	Rol en la reunión
Rosa Mª Carro	Líder, Mediadora y Moderadora
Directora centro CP Príncipe de Asturias	Experta educadora
Julia Llanos	Analista y Secretaria

Orden del día			
Orden	Puntos	Participantes	Líder discusión
1	Presentación de proyecto	Todos	Rosa Mª
2	Discusión sobre viabilidad	Todos	Directora
3	Próximos pasos	Todos	Rosa Mª
4	Convocatoria de siguiente reunión	Todos	Rosa Mª

Tiempos					
Orden	Tiempos Planificados (min)		Tiempos Reales (min)		Estado
	Inicio	Duración	Inicio	Duración	
1	12:00	15	12:00	10	Finalizado
2	12:15	30	12:10	20	Finalizado
3	12:45	10	12:30	25	Finalizado
4	12:55	5	12:55	5	Finalizado



Decisiones, Acciones e información clave:

Orden 1:

Se presentan las ideas principales del proyecto y la intención de crear algo útil para los niños en edad escolar. Se presenta la idea inicial sobre utilizar alguna aplicación o juego colaborativo a realizar a través de una mesa multicontacto para tratar de favorecer el desarrollo de las habilidades de socialización e integración. Se busca confirmación de la utilidad de la propuesta en el ámbito educativo de este colegio.

En la presentación del proyecto se utiliza información de proyectos anteriores en el ámbito de la enseñanza, en el de los juegos y en el uso de dispositivos multicontacto para el entrenamiento de habilidades particulares, todos ellos con resultados positivos.

Orden 2:

La directora del centro se muestra positiva ante la propuesta. Indica que habría que hablarlo con todos los profesores y ofrece su colaboración y su visto bueno para continuar viendo cuáles serían los detalles del proyecto.

Podría ser muy interesante para los niños de los cursos 1º de primaria a 6º de primaria en general, y en particular para quienes tienen dificultades de integración en sus respectivos grupos., y habría que comentar la propuesta con sus correspondientes educadores y otros expertos del centro.

Orden 3:

La directora avanza las medidas que se habrían de tomar en caso de llegar a poner a disposición de los niños el resultado del proyecto: autorizaciones de los padres y tutores, reitera la necesidad de reuniones con educadores y expertos para comentar la propuesta y recabar sus opiniones al respecto. Solicita una propuesta detallada para presentarla.

Julia presenta su idea sobre cómo presentar el proyecto y aprovechar la siguiente reunión para analizar los requisitos, y junto con Rosa Mª presentan una estimación temporal de los siguientes pasos del proyecto hasta requerir apoyo por parte de expertos educadores. Se acuerda continuar adelante con la propuesta.

Orden 4:

Se fija la agenda para la reunión siguiente.

**Evaluaciones:**

Se alcanzaron los objetivos de cada orden.

El proyecto fue considerado interesante y parece viable en el entorno elegido, por lo que se continuarán las reuniones con este centro.

Incidencias:

Sin incidencias

Firmado:

La secretaria
Doña Julia Llanos Alonso

A.2. Reunión 2



ACTA DE REUNIÓN

Asunto: Grupos y características de la tarea de aprendizaje colaborativo (AC)

Fecha: 11/12/2013

Ubicación: Colegio Público Príncipe de Asturias

Hora inicio	13:00	Hora fin	14:30
--------------------	-------	-----------------	-------

Asistentes	
Nombre	Rol en la reunión
Julia Llanos	Líder, Analista y Secretaria
Directora centro CP Príncipe de Asturias	Experta
Dos educadores, expertos en habilidades adaptativas	Expertos
Rosa Mª Carro	Mediadora y Moderadora

Orden del día			
Orden	Puntos	Participantes	Líder discusión
1	Exposición de las características de los alumnos	Todos	Julia
2	Propuesta de selección de los grupos de usuarios	Todos	Julia
3	Exposición de características de los juegos que favorecen la integración	Todos	Julia

Tiempos					
Orden	Tiempos Planificados (min)		Tiempos Reales (min)		Estado
	Inicio	Duración	Inicio	Duración	
1	13:00	30	13:00	20	Finalizado
2	13:30	30	13:20	40	Finalizado
3	14:00	20	14:00	30	Finalizado



Decisiones, Acciones e información clave:

Orden 1:

Se presentaron brevemente y analizaron las características de los alumnos sin dificultades y sus habilidades de socialización e integración con sus compañeros según la edad.

Se presentaron en mayor detalle las dificultades relacionadas con las habilidades adaptativas presentadas por algunos alumnos.

Orden 2:

En función de las descripciones anteriores y las opiniones expertas, se acordó conformar los grupos de 4 personas. Todas ellas de la misma edad, con tres alumnos sin dificultades particulares en este ámbito y uno con ellas, tratando de mantener proporciones iguales en cuanto al género.

Orden 3:

Previamente a elegir las características de los juegos concretos a desarrollar, se llevó a cabo una exposición por parte de los educadores y la experta sobre las características principales que debía presentar un juego colaborativo para satisfacer las necesidades planteadas y se lanzaron algunas posibles ideas de juegos concretos.

Evaluaciones:

Tras la reunión se dispone de indicaciones para la formación de los grupos y se recuerda que habrá que solicitar las autorizaciones a los padres o tutores cuando llegue el momento.

Se han recibido unas directrices y características que deben tener los juegos a implementar, con el fin de orientar el comienzo de la búsqueda y decisión sobre los juegos concretos a desarrollar.

Incidencias:

-

Firmado:

La secretaria
Doña Julia Llanos Alonso

A.3. Reunión 3



ACTA DE REUNIÓN

Asunto: Juegos por categoría y datos a extraer

Fecha: 20/01/2014

Ubicación: Colegio Público Príncipe de Asturias

Hora inicio	13:00	Hora fin	14:35
--------------------	-------	-----------------	-------

Asistentes	
Nombre	Rol en la reunión
Julia Llanos	Líder, Analista y Secretaria
Miembros de la CAD	Colaboradores
Educadora y experta en habilidades adaptativas	Experta
Rosa Mª Carro	Mediadora y Moderadora

Orden del día			
Orden	Puntos	Participantes	Líder discusión
1	Presentación de las categorías elegidas	Todos	Julia
2	Brainstorming de juegos por categoría	Todos	Julia
3	Selección de los juegos	Todos	Julia
4	Identificación de los datos a medir	Todos	Julia

Tiempos					
Orden	Tiempos Planificados (min)		Tiempos Reales (min)		Estado
	Inicio	Duración	Inicio	Duración	
1	13:00	10	13:00	15	Finalizado
2	13:10	20	13:15	20	Finalizado
3	13:30	20	13:35	30	Finalizado
4	13:50	30	14:05	30	Finalizado



Decisiones, Acciones e información clave:

Orden 1:

Se presentaron las categorías de juegos educativos seleccionadas en base a las referencias del estado del arte.

Orden 2:

Se utilizó una técnica de análisis de decisiones llamada *Brainstorming* para proponer juegos por cada categoría.

Orden 3:

Según criterios de la educadora, se seleccionaron entre los juegos propuestos aquellos que mejor podían fomentar la participación y el AC.

Orden 4:

Puesto que se iba a comenzar con el diseño tras esta reunión, la analista preguntó a la experta el tipo de información que les interesaría conocer sobre la interacción de los niños con el juego, con el objetivo de educir las medidas que sería recomendable que el dispositivo extrajera de la interacción de los usuarios principales con el sistema, para futuras evaluaciones.

Evaluaciones:

Tras la reunión se dispone de una selección de juegos a analizar para determinar la viabilidad de su diseño e implementación para mesas multicontacto y seleccionar el idóneo.

También se dispone de información sobre algunos requisitos como el tipo de análisis que desean realizar, lo que determina las informaciones a obtener de la interacción de los usuarios con el sistema.

Incidencias:

-

Firmado:

La secretaria
Doña Julia Llanos Alonso

A.4. Reunión 4



ACTA DE REUNIÓN

Asunto: Validación de prototipos

Fecha: 26/05/2014

Ubicación: Colegio Público Príncipe de Asturias

Hora inicio	15:00	Hora fin	15:30
--------------------	-------	-----------------	-------

Asistentes	
Nombre	Rol en la reunión
Julia Llanos	Líder, Analista, Diseñadora, Moderadora y Secretaria
Educadora y experta en habilidades adaptativas	Experta

Orden del día			
Orden	Puntos	Participantes	Líder discusión
1	Exposición de los criterios de diseño de la interacción e interfaz	Todos	Julia
2	Validación del prototipo	Todos	Julia
3	Propuesta del diseño de pruebas	Todos	Educadora

Tiempos					
Orden	Tiempos Planificados (min)		Tiempos Reales (min)		Estado
	Inicio	Duración	Inicio	Duración	
1	15:00	15	15:00	5	Finalizado
2	15:15	15	15:05	20	Finalizado
3	15:30	15	15:25	20	Finalizado



Decisiones, Acciones e información clave:

Orden 1:

Se presentaron algunos criterios recomendables a seguir durante el diseño de la interacción e interfaz del sistema. Estos criterios fueron los utilizados para la elaboración del prototipo a validar en la orden 2.

Orden 2:

El prototipo fue explorado al completo revisando si tanto el diseño como la funcionalidad estaban a la altura de lo esperado por los expertos.

Orden 3:

Se analizaron las diversas modalidades a utilizar en las pruebas con los usuarios finales, así como las posibles combinaciones de niños concretos para diseñar los equipos. La organización de los grupos cumplió con las indicaciones recibidas siempre que fue posible, dependiendo la formación de grupos de las autorizaciones de los responsables de los usuarios finales.

Evaluaciones:

Tras la reunión, una vez validado el prototipo, se concluyó que el funcionamiento a nivel general del sistema era correcto y satisfacía los requisitos establecidos por los expertos, así como aquellos establecidos por la autora de este trabajo basándose en los criterios que deben seguirse en el diseño de la interacción e interfaz de sistemas interactivos centrados en el usuario. También se obtuvieron algunas sugerencias de mejoras sobre el prototipo.

Incidencias:

-

Firmado:

La secretaria
Doña Julia Llanos Alonso

Apéndice B

Modalidades para el juego de los gustos

Propuesta:

- Cada uno tiene una foto y varias fichas (que son avatares).
- La foto se usa cuando se quiere asociar un gusto a una persona.
- Los avatares o fichas se utilizan para representar la opinión de una persona sobre algo (identifican la persona que ha realizado el movimiento).

Aspectos clave:

- Promover conocimiento del otro.
- Promover la integración de todos.

Estructura del juego:

1. Cada uno indica sus gustos marcando “me gusta” y “no me gusta”. Lo hacen solos, para que no les influya lo que piensen de ellos los demás (no “proyectar imagen”, sino contestar sinceramente).
2. Juegos:
 - a) Primero sobre ellos mismos. Se puede hacer todos a la vez.
 - b) Después sobre los otros. Se puede plantear por turnos o colaborativamente.

Modos de juego:

- Juego en modo colaborativo, con objetivo común: deben ponerse de acuerdo.

- ✧ Tipo 1C: mostrar persona y una cosa, y que indiquen si le gusta o no a esa persona (“sí”/ “no”).

- Tipo 2C: mostrar una persona y muchas cosas, y que elijan aquellas que creen que le gusta.

- Tipo 3C: mostrar una cosa y muchas personas, y que elijan aquellas personas a las que les gusta esa cosa.

Para poder saber quién contesta en representación de todos, la interfaz propuesta sería así:

Ej. Tipo 3C: se muestra la imagen del gusto y las de todas las personas. Cada uno tiene sus “fichas”. El que mueve coge una de sus fichas y la coloca sobre la foto.

Ídem para el resto de tipos.

- Objetivos, qué medir, etc.:

- ▷ Capacidad de llegar a acuerdos.

- ▷ Impulsividad versus paciencia (si alguno pulsa antes de que hayan decidido).

- ▷ Liderazgo (el que quiere poner su ficha).

- ▷ Tendencia a querer pasar desapercibido (poca participación en la decisión y poca interacción con la mesa, “prefiere que pongan su ficha los otros”).

- ✧ Juego “todos a la vez” (pero no tienen por qué acordar nada).

- Sobre ellos mismos. Se coloca un objeto en el centro y cada uno mueve su avatar indicando si les gusta o no.

- ▷ Comprobar si lo que seleccionan en público es lo mismo que seleccionaron individualmente. Si no lo es y lo que ha elegido coincide con lo que le gusta a la mayoría, puede indicar interés por “gustar”, por integrarse. Si ocurre lo contrario, puede indicar “frustración” o ganas de excluirse o “llevar la contraria”.

- ▷ Tendencia a responder muy rápido o a esperar a que participen los demás. Puede indicar muchas cosas (preguntar), entre otras el nivel de actividad del niño.

- Sobre los otros: Tipo 1C, Tipo 2C y Tipo 3C.

- ▷ Tendencia a la participación inmediata versus tendencia a querer pasar desapercibido (contesta de los últimos o no contesta).

✧ Juegos por turnos:

- ❑ Sobre los otros: tipos 2C y 3C y hacerlo dinámico:
 - ▷ Mostrar 1 persona y muchas cosas. De 1 en 1 (turno) seleccionan 1 de las cosas que le gusta a esa misma persona.
 - ▷ Luego otra persona.
 - ▷ Elegir los gustos a mostrar en cada caso según lo que hayan indicado en la encuesta (que aparezcan seguro) y añadir algunos más de los otros (si puede ser de los gustos de quienes están jugando en ese momento, mejor).
- ❑ Respetar el turno (no ser impaciente).
- ❑ Se “exige” que todos participen.
- ❑ Comprobar conocimiento sobre los otros.

Apéndice C

Ejemplos visuales de interacción e interfaz

Se muestran a continuación algunas imágenes de la aplicación donde se pueden observar las características descritas en las secciones 2.2.2 y 2.2.3.

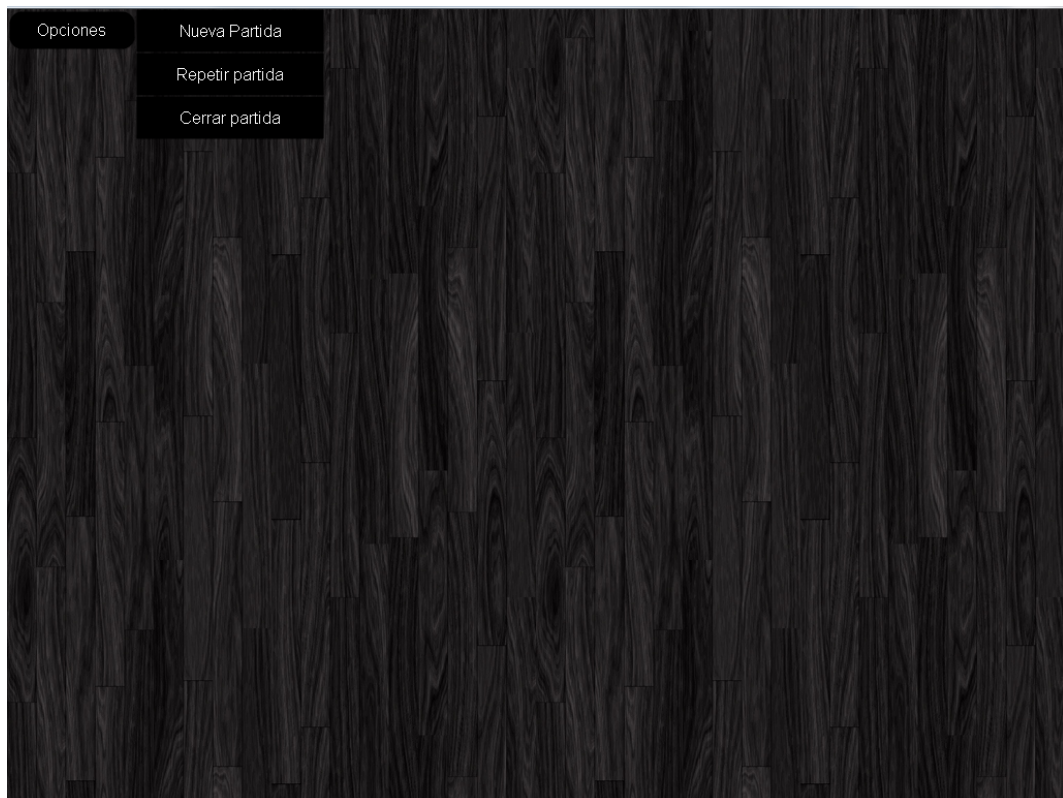


Figura C.1: Pantalla de opciones. *Fuente:* Propia.

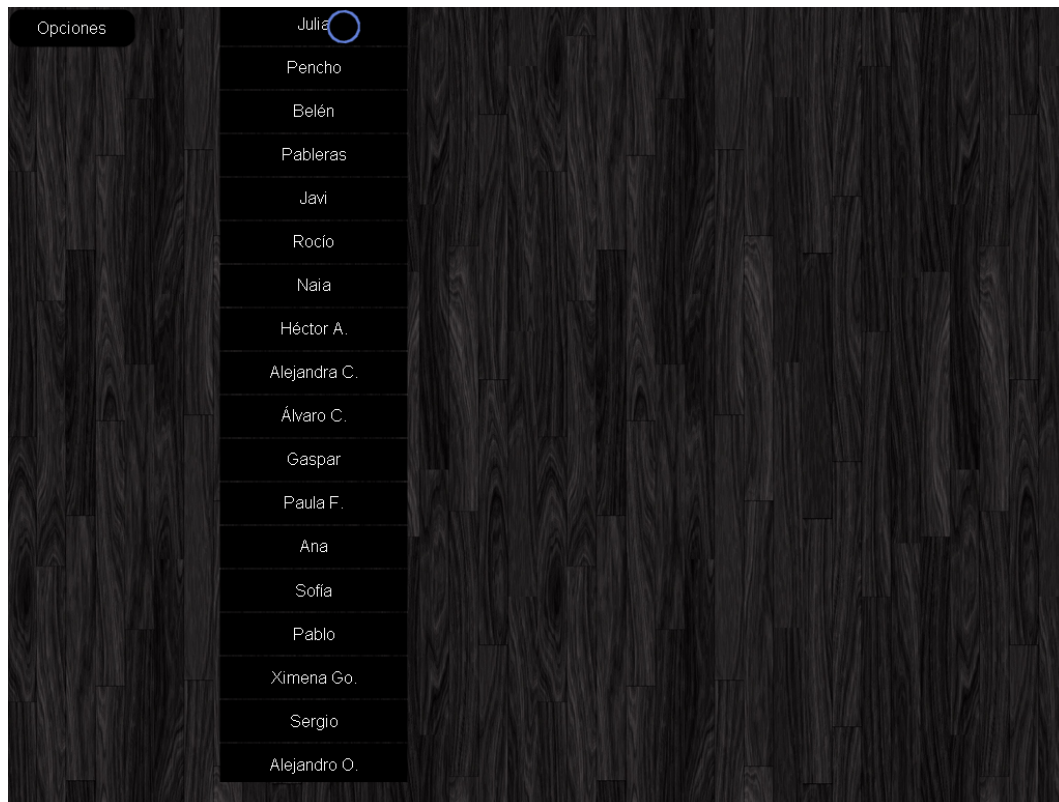


Figura C.2: Pulsación en un jugador. *Fuente:* Propia.

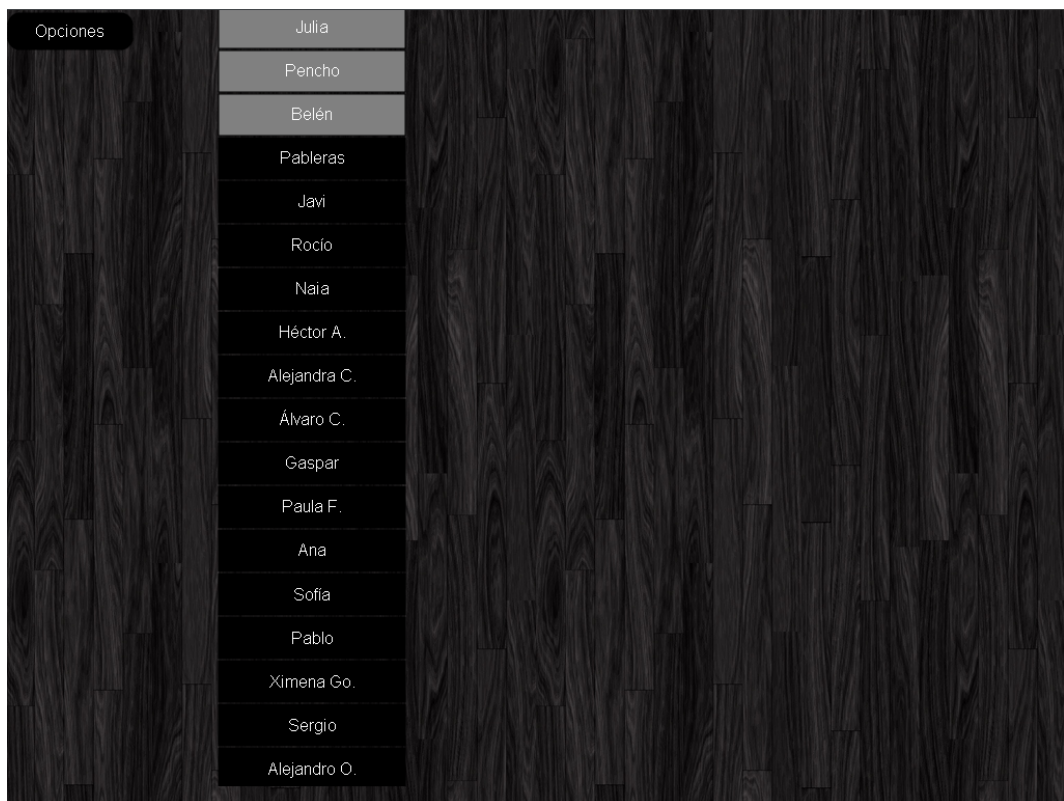


Figura C.3: Selección de jugadores. *Fuente:* Propia.

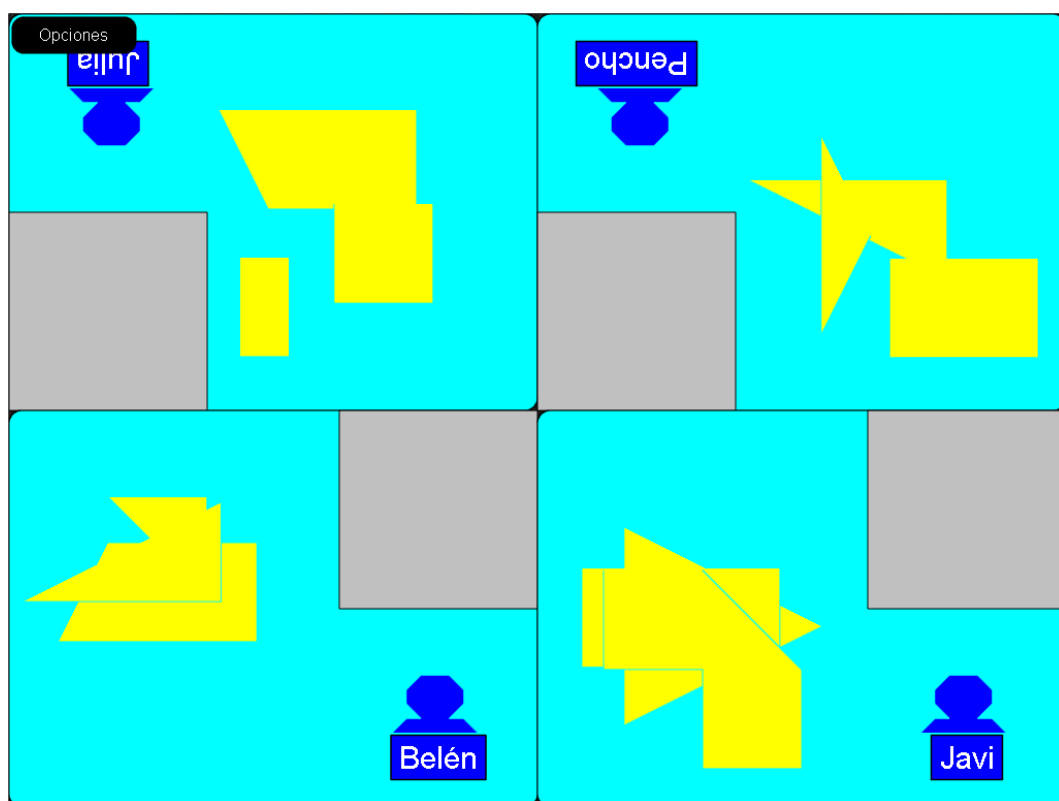


Figura C.4: Comienzo de una nueva partida. *Fuente:* Propia.



Figura C.6: Muestra de las caras sonrientes al finalizar partida. *Fuente:* Propia.

Apéndice D

Encuesta sobre el prototipo

Preguntas sobre el prototipo

Esto es un juego para 4 jugadores. Obsérvalo.

1. ¿Qué crees que tienen que hacer los jugadores?

Rellenar los cuadrados con las piezas rojas.

2. ¿Qué crees que se puede mover de lo que hay en la pantalla?

Las piezas rojas. Los cuadrados grises no tienen pinta de que se puedan mover.

3. Tras interactuar con el juego:

Al comienzo del juego, al mirar la mesa, fue fácil entender que puedo tocar y mover las piezas.

1: Totalmente en desacuerdo

2: En desacuerdo.

3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo.

4: De acuerdo.

5: *Totalmente de acuerdo.*

4. El contraste entre los colores utilizados en la pantalla (en el fondo y los cuadrados) es adecuado y me permite distinguir fácilmente las distintas partes del juego.

1: Totalmente en desacuerdo

2: En desacuerdo.

3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo.

4: De acuerdo.

5: *Totalmente de acuerdo.*

5. Entendí que cada estrella aparecía para indicarnos que se había completado un cuadrado correctamente.

1: Totalmente en desacuerdo

2: En desacuerdo.

3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo.

4: De acuerdo.

5: *Totalmente de acuerdo.*

6. Comprendí que las caritas sonrientes aparecían al final para indicar que todos los cuadrados se completaron correctamente.

1: Totalmente en desacuerdo

2: En desacuerdo.

3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo.

4: De acuerdo.

5: *Totalmente de acuerdo.*

7. ¿Qué es lo que más destacarías (positivamente) sobre este juego?

No sé.... Me ha gustado todo.

8. ¿Y lo que menos te ha gustado?

Me ha gustado todo.

9. ¿Qué cambiarías si pudieras?

Los colores. Me parecen un poco sosos. . .

10. Si tienes algo más que comentar, puedes escribirlo aquí:

-

Apéndice E

Plan de pruebas con usuarios reales

Plantillas de evaluadores Se muestra a continuación el plan de evaluación proporcionado a cada evaluador, Figura E.1 (Se utilizaba uno diferente para cada partida de cada grupo). Los elementos a medir incluidos en dichas plantillas son:

Tiempos: Medidos con la hora real, no el tiempo desde que empezó.

- Tiempo en el que empiezan a jugar y acaban
- Tiempo en el que se dan cuenta de la posibilidad de intercambiar
- Tiempo en el que intercambian la primera pieza

Modo: Especificar por turnos (T) o todos a la vez (V).

Nivel de adaptación: Nivel en el que se encuentra la partida según su dificultad.

Cumplimiento de normas: No hablar y no robar las piezas de los demás.

Actitud: Indicar únicamente si se muestran motivados (M) el juego o están desmotivados (D). No confundir con timidez.

Comprensión: Texto si algún integrante tiene problemas.

Evolución subjetiva: Indicar si mejora cada uno o empeora. En caso de que la competitividad aumente, entonces la evolución es mala.

Sujeto predominante: Jugador más activo, queriendo jugar siempre, aunque no siempre colaborativo.

Sujeto colaborativo: Jugador que piensa antes en los demás que en él mismo.

Experimentos:

Grupo – Curso ^o:

Partida 1:

Tiempos:

- Comienzo del juego (mover 1ª pieza) – Fin del juego:
- Darse cuenta de intercambiar:
- Intercambiar la primera pieza:

Modo (T o V):

Nivel de adaptación:

Sujeto predominante:

Sujeto Colaborativo:

Grupo	Cumplimiento Normas (texto)	Les gusta (M) o desmotivados (D)	Comprensión (texto opcional en caso de no entender)	¿Mejora (M) o Empeora (E)?

Figura E.1: Plan de evaluación de la partida. *Fuente:* Propia.

Apéndice F

Encuestas de satisfacción

En este apartado se va a detallar la encuesta realizada a algunos de los usuarios finales tras la realización de las pruebas descritas en la Sección 3.2.2. La explicación de esta encuesta se puede encontrar en la Sección 3.2.3.

A continuación se va a mostrar la encuesta proporcionada a los usuarios detallando en las propias opciones de respuesta de las preguntas 1 a 24 los porcentajes correspondientes obtenidos a partir de los datos de los usuarios. Para las preguntas restantes se incluyen algunas de las contestaciones obtenidas.

Preguntas posteriores a las pruebas:

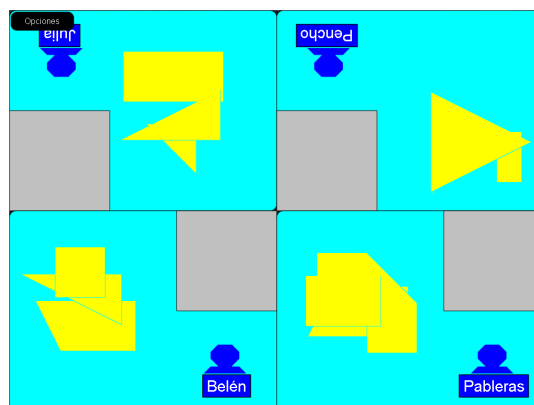


Figura F.1: Comienzo de la partida. *Fuente:* Propia.

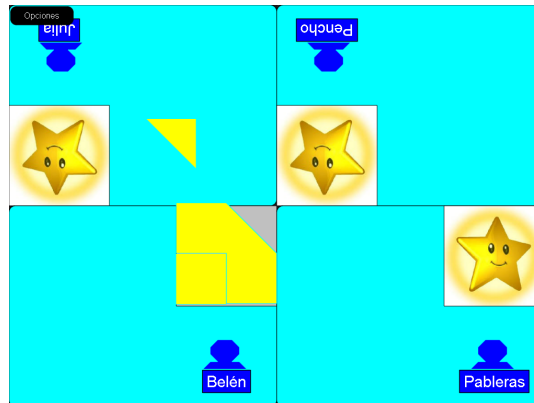


Figura F.2: Fin de cuadrados. *Fuente:* Propia.



Figura F.3: Fin de la partida. *Fuente:* Propia.

1. Al comienzo del juego, al mirar la mesa, era fácil entender que podía tocar y mover las piezas.
 - 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 20 %
 - 4: De acuerdo. 40 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 40 %

2. El contraste entre los colores utilizados en la pantalla (en el fondo y los cuadrados) fue adecuado y me permitió distinguir fácilmente las distintas partes del juego.
 - 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 60 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 40 %
3. Durante la interacción con el juego, pude mover las piezas correctamente.
 - 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 20 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 40 %
 - 4: De acuerdo. 40 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 0 %
4. Entendí que cada estrella aparecía para indicarnos que se había completado un cuadrado correctamente.
 - 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 0 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 100 %
5. Comprendí que las caritas sonrientes aparecían al final para indicarnos que todo el equipo habíamos logrado completar todos los cuadrados correctamente.
 - 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 20 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 80 %

6. Fue fácil comprender el funcionamiento del juego, una vez que nos contaron las normas.
 - 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 25 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 75 %
7. Fue necesario colaborar entre los miembros del equipo para poder resolver los cuadrados.
 - 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 25 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 75 %
8. Habría podido resolverlo yo solo/a sin necesidad de la colaboración de mis compañeros.
 - 1: Totalmente en desacuerdo 75 %
 - 2: En desacuerdo. 25 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 0 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 0 %
9. Me ha gustado poder ayudar a mis compañeros a construir sus cuadrados pasándoles piezas.
 - 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 0 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 100 %

10. Me he sentido bien cuando mis compañeros me han pasado las piezas que necesitaba.
 - 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 25 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 75 %
11. Este juego hace que compitamos unos con otros, porque se trata de ganar a los compañeros de equipo.
 - 1: Totalmente en desacuerdo 100 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 0 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 0 %
12. Este juego fomenta que colaboremos unos con otros, porque se trata de que resolvamos los cuadrados ayudándonos entre los miembros del equipo.
 - 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 0 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 100 %
13. Durante el juego, me aburría.
 - 1: Totalmente en desacuerdo 100 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 0 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 0 %
14. Durante el juego, me cansaba.
 - 1: Totalmente en desacuerdo 75 %

- 2: En desacuerdo. 25 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 0 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 0 %
15. Las normas se cumplieron durante el juego.
- 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 50 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 50 %
16. Jugar me gustó más de lo que me imaginaba cuando me lo contaron (antes de verlo).
- 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 25 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 0 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 75 %
17. Al terminar de jugar con la mesa, me apetecía seguir hablando del juego con los compañeros con los que me tocó jugar.
- 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 25 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 75 %
18. Al terminar de jugar con la mesa, me apetecía contarles a todos los demás cómo era el juego.
- 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 25 %

- 4: De acuerdo. 0 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 75 %
19. Al terminar de jugar con la mesa, me apetecía jugar a cualquier otra cosa y no hablar sobre la mesa.
- 1: Totalmente en desacuerdo 25 %
 - 2: En desacuerdo. 25 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 50 %
 - 4: De acuerdo. 0 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 0 %
20. Resumiendo la experiencia, me ha gustado jugar a los cuadrados colaborativos utilizando una mesa.
- 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 0 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 100 %
21. Me gustaría volver a jugar al juego de los cuadrados en la mesa.
- 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 25 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 75 %
22. Me gustaría poder jugar también a otros juegos utilizando la mesa.
- 1: Totalmente en desacuerdo 0 %
 - 2: En desacuerdo. 0 %
 - 3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 0 %
 - 4: De acuerdo. 50 %
 - 5: Totalmente de acuerdo. 50 %

23. Me gusta más la forma de jugar con la mesa (tocando los elementos directamente) que la forma de jugar con el ordenador (utilizando el ratón o las teclas).

1: Totalmente en desacuerdo 0 %

2: En desacuerdo. 25 %

3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 50 %

4: De acuerdo. 0 %

5: Totalmente de acuerdo. 25 %

24. Me gusta más jugar con la mesa que jugar con una tableta (iPad, tablet de Samsung, otras...).

1: Totalmente en desacuerdo 0 %

2: En desacuerdo. 25 %

3: Ni en acuerdo ni en desacuerdo. 50 %

4: De acuerdo. 0 %

5: Totalmente de acuerdo. 25 %

25. ¿Qué es lo que más destacarías (positivamente) sobre esta experiencia?

- Lo que más me gustó fue cuando nos pasábamos las piezas unos a otros, porque trabajábamos en equipo.
- Lo que más me gustó fue cuando descubrimos que podíamos compartir piezas y ayudarnos a resolver los puzzles.
- Poder compartir piezas con los compañeros.
- Había muchas piezas de distintas formas y es muy divertido colocarlas en el cuadrado y recibirlas de los demás.

26. ¿Y lo que menos te ha gustado?

- Nada.
- Me gustó todo, no hubo nada que no me gustara.

27. ¿Qué cambiarías si pudieras?

- Que para mover las piezas tú pulses en la pieza y luego en el lugar donde la quieres poner, y se te mueva sola. Es que cuesta arrastrar.

- Creo que nada. No se me ocurre nada, me gustó todo.
- Cambiaría: que los cuadrados fueran de distintas formas y entre todos los cuadrados se hiciera una pieza aun mas grande y única, entre todo el equipo.

28. Si tienes algo más que comentar, puedes escribirlo aquí:

- No hubo ninguna respuesta en esta pregunta.